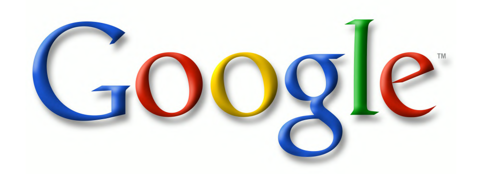



NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 06906709 2

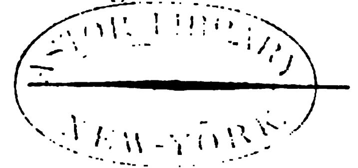


Journal

für

die Baukunst.

In zwanglosen Heften.



Herausgegeben

von

Dr. A. L. Crelle,

Königlich - Preufsischem Geheimen - Ober - Baurathe, Mitgliede der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Correspondenten der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg und der Königlichen Akademieen der Wissenschaften zu Neapel und Brüssel, Ehrenmitgliede der Hamburger Gesellschaft zur Verbreitung der mathematischen Wissenschaften.

Zehnter Band.

In vier Heften.

Mit 19 Figurentafeln.

Berlin,

bei G. Reimer.

1836

Inhalt des zehnten Bandes.

Erstes Heft.

Zweites Heft.

Drittes Heft.

Viertes Heft.

1.

Beschreibung eines zu Berlin erbauten eisernen Dampfschiffes.

(Von dem Herrn Conducteur *Wilhelmy.*)

Dieses auf Tafel I. bis VI. abgebildete Dampfschiff ist zu Berlin, für Rechnung der Königl. Seehandlung, von dem Herrn Mechanicus Gilbert, aus Derbyshire in den Jahren 1834 und 1835 erbaut worden und zu der Fahrt zwischen Berlin und Hamburg bestimmt, welche es im März dieses Jahres beginnen soll. Das Schiff wird den Weg von Berlin nach Hamburg in drei Tagen, und stündlich $2\frac{1}{2}$ deutsche Meile zurücklegen. Der Schiffsraum ist zur Aufnahme von 30 bis 40 Passagieren eingerichtet; auch wird das Schiff noch andere Fahrzeuge am Schlepptau fortziehen.

Die Figuren 1. bis 6. (Taf. I.) zeigen die Form des Schiffes, und zwar Figur 1. im Grundrifs, Figur 2. von der Seite, Figur 3. der Länge nach, im Durchschnitt, Figur 4. die Ansicht des hinteren und Fig. 5. die Ansicht des vorderen Theils, oder der Brust des Schiffes; Figur 6. ist ein Querdurchschnitt.

Rippen, Knie und Bekleidung des Schiffes sind von Eisen. Die Länge des Schiffes beträgt im Boden, von der Spitze bis zur Steuer-Angel gemessen, 93 Fufs 2 Zoll; die Länge des Verdecks 109 Fufs 6 Zoll; die gröfste Breite 18 Fufs 6 Zoll. Auf ein Drittheil der Länge, nemlich an der Stelle, wo sich die Welle der Ruderräder befindet, ist die Breite des Schiffes bis auf 13 Fufs 6 Zoll rechtwinklig eingezogen, um für die Ruderräder Raum zu gewinnen, welche, wie die Figuren zeigen, mit hölzernen Kasten bedeckt sind.

Der Schiffskasten ist auf folgende Weise construirt.

Zuvörderst ist der ganze Körper durch das sogenannte Gerippe in ein festes System gebracht. Dieses Gerippe wird durch eiserne Rahmen gebildet, deren Gestalt sich nach dem jedesmaligen Querdurchschnitt ergiebt; sie sind, 4 Fufs von einander entfernt, nach der ganzen Länge des

Schiffes aufgestellt und mit einander fest verbunden. Sie bestehen aus geschmiedeten Eck- und Angeleisen *c*, *c* (Taf. II. Fig. 9.), mit Holz ausgefuttert, welche durch eiserne Anker oder Winkel mit einander verbunden sind; auch sind, um das Gerippe noch mehr in unverrückbarer Lage zu erhalten, und um das sogenannte Durchliegen des Schiffes zu verhüten, die unteren Rahmstücke durch diagonal liegende Breitflacheisen verbunden. Auf dem Boden des Schiffes liegen starke hölzerne Balken *y*, *y* (Fig. 13. und 14. Taf. VI.), die die Last der Dampfmaschinen vertheilen. Die Seiten des Gerippes sind mit 4 Fuſs langen, 2 Fuſs breiten und $\frac{3}{8}$ Zoll starken Tafeln *a*, *a* (Fig. 2. Taf. I.) aus geschmiedeten Eisenblechen bekleidet. Der Quadrat-Fuſs dieser Tafeln wiegt 5 Pfund. Die Tafeln sind zusammengeniethet, ohne daſs etwas in die Fugen gelegt wäre. Auf jeden Zoll Fuge befindet sich ein Nieth; 13 Niethe wiegen 1 Pfund; die Tafeln greifen $1\frac{1}{6}$ Zoll über einander; den Boden bilden ebenfalls solche Tafeln; jedoch sind dieselben hier $\frac{13}{32}$ Zoll dick. Sämmtliche Eisenbleche sind vom Königl. Hüttenwerke zu Neustadt-Eberswalde bezogen. An der Stelle, wo die Seitenwände auf dem Boden des Schiffes aufstehen, sind, der gröſseren Dichtigkeit und Festigkeit wegen, Reihen eiserner Tafeln, von 8 Fuſs lang, 14 Zoll breit und $\frac{1}{4}$ Zoll dick, am Boden und an den Seiten des Schiffes befestigt.

Das Verdeck hat einen hölzernen Bretterboden, welcher unmittelbar auf die oberen Rahmstücke des Gerippes befestigt ist.

Auf die Überbauhölzer *b*, *b* (Fig. 1. und 4. Taf. I.) sind Zapfenlager für die Ruderräderwelle angebracht. Diese Überbauhölzer werden von eisernen Stützen *c*, *c* (Fig. 2. und 4.) getragen.

Licht erhalten die inneren Räume des Schiffes durch die über das Verdeck hervorspringenden Fenster *d*, *e*, *f*, *g*, *h*, *i* (Fig. 1.). Die Treppe *k* (Fig. 3.) führt zu den beiden Kajüten für Herren und für Damen. Diese beiden Kajüten sind sehr elegant und bequem eingerichtet und mit polirtem Mahagoniholz ausgelegt; auch befinden sich Schlafbänke mit Matratzen darin. Die sehr winkligen Räume sind sehr zweckmäſsig zu Schränken, Kasten und Nebenabtheilungen der Kajüten benutzt; überhaupt ist groſse Eleganz mit der möglichsten Bequemlichkeit verbunden worden. Die Treppe *l* (Fig. 3.) führt zu derjenigen Abtheilung des Schiffes, in welcher sich die Dampfmaschinen und die Kessel befinden. Die Fenster *f*, *f* (Fig. 1.) erleuchten die Maschinenkammer, und das über der Treppe

befindliche Fenster *g* giebt das zur Erleuchtung der Kesselräume nöthige Licht. Neben den Kesseln ist noch so viel Raum vorhanden, als nöthig, um den zur ganzen Reise nöthigen Kohlenbedarf unterzubringen. Zu dem Speisezimmer und der Passagierstube, welche von den Fenstern *h* und *i* erleuchtet werden, gelangt man durch die Treppe *o* (Fig. 1.). Diese Abtheilungen sind weniger verziert, als die Kajüten; jedoch ist alles zweckmäfsig und bequem angeordnet.

Die Tafeln II. bis VI. stellen die Dampfmaschinen vor, welche das Schiff in Bewegung setzen. Die Figuren 7., 8. und 9. (Taf. II.) sind Durchschnitte eines Kessels nach der Breite und Länge, und der Grundrifs *D* (Fig. 7.) ist die Ansicht eines Kessels. Da sich an den Maschinen kein Schwungrad befindet, so waren *zwei* Maschinen, mit zwei Kesseln, nothwendig, die aber einander ganz gleich sind, weshalb die Abbildung und Beschreibung eines Kessels und einer Maschine genügt.

Jeder Kessel ist 12 Fufs lang, 5 Fufs 9 Zoll breit und 3 Fufs 8 Zoll hoch, aus ½ Zoll starken geschmiedeten Eisenblechen verfertigt, und hat zwei Feuerungen *a*, *a* (Fig. 9.). *b*, *b* (Fig. 8. und 9.) sind die Roste, worunter sich der Aschenfall befindet; *e*, *e* in *D* (Fig. 7.) sind ein Paar Stangen, an deren Enden Eisenbleche befestigt sind, welche, angezogen, den auf den Eisenblechen sich ansammelnden Schutt in den Aschenfall fördern. Die Einrichtung der Züge *d* zeigen Figur 7., 8. und 9.; sie ziehen sich durch den ganzen Kesselraum, so dafs das Feuer, welches durch sie hinströmt, das zwischen und über ihnen befindliche Wasser sehr bald zum Sieden bringt. Auf einem gemeinschaftlichen Mantel *f* (Fig. 8. und 9.) der beiden Kessel befindet sich ein Schornstein *g*, von 22 Fufs hoch und 2 Fufs 2 Zoll im Lichten weit. Die Aufsen- und Zwischenwände der Kessel bestehen aus ½ Zoll starken geschmiedeten Eisenblechen, welche durch die Stützen *h* (Fig. 9.) mit einander verbunden sind. Die Dicke des Eisenbleches in Mantel und Schornstein beträgt nur ¼ Zoll. Der Dampfraum ist in Figur 7. und 8. mit *i* bezeichnet. In der Decke desselben befindet sich ein Sicherheitsventil *x* (Fig. 7.); darüber ist ein Ableitungsrohr angebracht, welches nach dem Schornstein führt. *k*, *k*, in *D* (Fig. 7.), sind zwei Probierhähne, welche das Wasser und den Dampf im Kessel anzeigen; der eine Hahn mufs, geöffnet, Dämpfe, der andere Wasser geben. *l* (Fig. 7.) ist das Zuleitungsrohr, welches dem Dampfcylinder der Maschine den Dampf zuführt. *n* (Fig. 8.) ist eine Öffnung, durch welche die Kessel

gereinigt werden können. Die Thüren *m* (Fig. 7.) führen zu dem Aschenfall. Jeder Kessel wiegt etwa 200 Centner.

Zur Bewegung des Dampfschiffes sind, wie gesagt, *zwei* Maschinen vorhanden, welche, da sie gemeinschaftlich den gleichförmigen Gang des Schiffes hervorbringen, des Schwungrades entbehren können. Sie sind nach der neuern Constructions-Art, nemlich nach dem Expansiv-System erbaut. Eine Maschine für sich, ohne Schwungrad, würde nicht im Gange erhalten werden können; die verbundenen Maschinen sind, wie sich später näher zeigen wird, so angeordnet, dafs das Maximum des Effects der einen Maschine immer mit dem Minimum des Effects der andern zusammentrift, damit, wenn in auf einander folgenden Zeittheilen des Kolbenhubes die Kraft der einen Maschine um eine gewisse Gröfse abnimmt, die andere Maschine einen eben so grofsen Zuwachs an Kraft erhält. Es wirkt auf diese Weise zu allen Zeiten eine gleiche Kraft, welche also einen gleichförmigen Gang der beiden durch die Ruderräderwelle mit einander verbundenen Maschinen hervorbringt. Ich werde die Maschinen nach der mir vom Herrn Mechanicus Gilbert gegebenen Erläuterung beschreiben, und zwar wird, weil die beiden Maschinen einander ganz gleich sind, nur die Beschreibung einer Maschine folgen, und dann nur noch die Verbindung beider Maschinen näher zu erörtern sein.

Figur 10. und 11., Tafel III. und IV. stellen die eine Dampfmaschine mit der Hälfte der Ruderräderwelle und einem Ruderrade vor: also die eine Hälfte des ganzen Triebwerks des Schiffes; und zwar im Grundrifs und im Durchschnitt nach der Länge des Schiffes. Die Figuren 12., 13. und 14. (Taf. V. und VI.) zeigen die Ansicht der Maschine nach der Länge und Breite, so wie den Querdurchschnitt.

a ist in allen diesen Figuren der Dampfcylinder, an welchem sich der kleinere Halbcylinder, oder der Schieberkasten *b* (Fig. 10., 11., 12.) anschliefst, der durch seine luftdicht anpassenden Röhrenansätze die Communication des Dampfcylinders mit dem Kessel vermittelt. In diesem Schieberkasten *b* bewegt sich ein anderer, kleiner, hohler Cylinder, der Schieber *c* (Fig. 11.), auf und nieder; dieser Schieber ist überall, bis auf die Lappen, welche sich an seinen Enden befinden, und welche an den Schieberkasten luftdicht passen, so wie es Figur 11. zeigt, etwas dünner als der Durchmesser der inneren Höhlung des Cylinders *b*. Der hohle Schieber *c*, auch als Ableitungsröhre dienend, erhält bei dem Gange der Maschine seine

auf- und niedergehende Bewegung, innerhalb des Cylinders *b*, durch die sogenannte Steuerung. Diese besteht aus der auf die Welle der Ruderräder fest aufgesteckten excentrischen Scheibe *g* (Fig. 10. und 11.), mit welcher ein Arm *d* verbunden ist, der durch die Umdrehung der Scheibe eine hin- und hergehende Bewegung erhält; und zwar ist der Weg, den der Arm durchläuft, bei einer Umdrehung der Welle, gleich der doppelten Excentricität der Scheibe. Der Arm *d* hat an seinem Ende eine längliche Schlitzöffnung, welche einen Schenkel *f* eines Winkelhebels zur bestimmten Zeit andrückt. Auf dem Dampfcylinder stehen nämlich zwei Ständer, mit Zapfenlagern an ihren oberen Enden, worin die Axe *x* (Fig. 11.) des Winkelhebels drehbar ist; an den Enden dieser Axe sind die Schenkel *f* und *e* desselben befestigt, und der Arm *d* steht mit dem Schenkel *f* so in Verbindung, daſs wenn die Enden seiner Schlitzöffnung den Schenkel *f* bei der Umdrehung der Welle andrücken, der damit fest verbundene Schenkel *e* in einer senkrechten Ebene sich auf und nieder bewegt. Um den Punct *e* (Fig. 11.) des Schenkels ist die Lenkstange *i*, woran der Schieber *c* befestigt ist, ebenfalls in einer senkrechten Ebene beweglich. Die Bewegung der Steuerung bei der Umdrehung der Welle ist also folgende. Dreht sich die Axe der Radwelle, so wird der Arm *d* durch die excentrische Scheibe hin- oder hergeführt, wodurch die Enden der Schlitzöffnung, nach einer bestimmten Zeit der Bewegung, den Schenkel *f* des Winkelhebels andrücken; hierdurch gerathen der andere Schenkel und die daran befindliche Lenkstange, woran der Schieber *c* befestigt ist, in eine auf- oder niedergehende Bewegung, je nachdem der Arm *d* eine nach dem Dampfcylinder hin gerichtete Bewegung, oder die entgegengesetzte hatte.

Mit dem Kolben *l* des Dampfcylinders (Fig. 11., 12., 13., 14.) steht die Senkrechtführung, oder das sogenannte Parallelogramm, in Verbindung. Es ist nemlich am oberen Ende des Kolbens der Querbalken *m* befestigt, welcher so lang ist, daſs die an seinen Enden befindlichen Arme *r* (Fig. 11. und 12.), nebst den Lenkstangen *n* (Fig. 14.), bei der Bewegung den Dampfkolben passiren können. Um dem Wege des Kolbenhubes mehr Bestimmtheit zu geben, sind die Ständer *o* (Fig. 13. und 14.) auf dem Dampfcylinder angebracht, an welchen sich die Winkelarme *p* um einen Punct auf- und niederdrehen können. Diese Winkelarme stehen mit den senkrechten Führern *q* (Fig. 10. bis 14.) in Verbindung, wel-

chen durch die mit dem Querbalken *m* lose verbundene Radiusstange *r* die auf- und niedergehende Bewegung mitgetheilt wird. Die unteren Enden der senkrechten Führer sind an den Seiten der beiden Balanciers drehbar befestigt, so dafs auf diese Weise die Bahn der Bewegung vermittelst der festen Ständer *o* (Fig. 14.) bestimmt ist.

Für jede Maschine sind zwei Balanciers vorhanden, deren Zapfenlager in dem gufseisernen Gestell der Maschine angebracht sind. Die beiden Balanciers sind durch Querbalken mit einander fest verbunden, so dafs sie gleichsam nur einen ausmachen. Die dem Hintertheile des Schiffes zugekehrten Enden der Balanciers sind durch den auch dort befindlichen Querbalken mit der Bläuelstange *s* (Fig. 12.) des Krummzapfens *t* der Ruderräderwelle in Verbindung gebracht. Die Lenkstange ist nämlich, um die Mitte des runden Querbalkens drehbar, daran befestigt, und das obere Ende der Lenkstange ist ebenfalls um den Krummzapfen beweglich, so dafs bei der Bewegung des Kolbens die Senkrechtführung die Balanciers und diese die Lenkstange, und also auch den Krummzapfen, und mit ihm die Ruderräderwelle, worauf die Ruder fest aufsitzen, herumführen. *v* (Fig. 12.) ist eine Vorrichtung, um die Länge der Lenkstange durch Keile zu reguliren.

Die Arme der Ruderräder (Fig. 11.) sind aus geschweifstem Eisen gemacht; es sind ihrer acht. Sie sind 10 Fufs lang $2\frac{1}{2}$ Zoll breit und oben $\frac{3}{4}$, unten $\frac{5}{8}$ Zoll dick. Die Schaufeln der Räder sind aus $\frac{1}{4}$ Zoll starken, 3 Fufs 6 Zoll langen und 1 Fufs 6 Zoll breiten, geschmiedeten Eisenblechen verfertigt.

Die Pumpe, welche das Wasser in den Kessel bringt, ist eine Saug- und Druckpumpe zugleich; *w* (Fig. 10.) ist die Saug- und *x* die Druckpumpe; die erste saugt das Wasser von der Seite des Schiffes her ein, und die andere drückt das gesaugte Wasser in den Kessel. Die Bewegung des Pumpenkolbens wird durch eine ähnliche Vorrichtung, wie die des Kolbens im Dampfcylinder, hervorgebracht. Es ist nemlich ein über demselben befindlicher Querbalken angebracht, woran Lenkstangen befestigt sind, deren andere Enden mit den Balanciers in Verbindung stehen.

Die Gestelle der Maschinen stehen auf den starken hölzernen Balken *y, y* (Fig. 13. und 14.), welche 40 Fufs lang sind und das Gewicht und die Kraftäufserungen der Maschinen gleichförmig vertheilen. Die Liederung des Kolbens, der Kolbenstange und des langen Schiebers etc. ist aus Hanf gemacht.

Der Gang der Maschine ist folgender. Der Dampf des Kessels strömt durch die Dampfröhre *z* (Fig. 11.) in den Schieberkasten *b* ein, und umhüllt den Schieberkasten *c* von allen Seiten; er kann jedoch nur durch die eine der Öffnungen β, β in den Dampfcylinder strömen, indem ihm der lange Schieber das Eindringen in die andere Öffnung versperrt. Der Dampf treibt nun den Kolben, wenn er z. B. zuerst in die untere Öffnung eintritt, hinauf, und setzt durch die Senkrechtführung die Balanciers, und durch die Lenkstange *s* den Krummzapfen *t*, die Ruderwelle, und also auch die excentrische Scheibe, in eine nach dem Hintertheil des Schiffes gerichtete Bewegung, durch welche der Arm *d* eine geradlinige Bewegung bekommt. Hat der Kolben sich so weit hinauf bewegt und die excentrische Scheibe so weit gedreht, daſs der Schieber *c* niedergehen muſs, so drückt das hintere Ende der Schlitzöffnung im Arme *d* den Schenkel *f* des Winkelhebels *exf* an, so daſs sich der andere Schenkel *e* um die Achse *x* niederbewegt; die daran befindliche Lenkstange, an welcher der Schieber *c* befestigt ist, geht dann ebenfalls hinunter und verschlieſst zuerst die untere Öffnung β, so daſs der Kolben durch die Expansion des im unteren Cylindertheile allein befindlichen Dampfes, welcher jetzt mit dem im Kessel nicht mehr communiciren kann, in kurzer Zeit noch weiter getrieben wird. Der noch übrige Theil des Aufsteigens, den der Kolben noch zu durchlaufen hat, kann nur mit Hülfe der zweiten Maschine und vermöge des Beharrungs-Vermögens zurückgelegt werden, indem unmittelbar nach dem Zeitpunct, in welchem der untere Cylindertheil vom Dampfkessel abgeschlossen war, der obere sowohl, als der untere Cylindertheil mit der Atmosphäre in Verbindung stehen, also von beiden Seiten des Kolbens gleicher Druck vorhanden ist. Die Maschine würde nun still stehen, wenn nicht das Beharrungs-Vermögen, und die Kraft der anderen Maschine, welche in diesem Zeitpuncte gerade die größte Kraft besitzt, den Kolben, und mit ihm den Schieber *c*, niederdrückte. Es wird nemlich der über dem Kolben befindliche Theil des Cylinders durch die obere Öffnung β im Dampfcylinder mit dem im Kessel sich bildenden Dampf in Verbindung gebracht, und da die obere Öffnung schon die Verbindung der Luft mit dem oberen Cylindertheile gestattet, so wird der Kolben hinunter getrieben. In der Nähe seines niedrigsten Punctes hat der Kolben eine gleiche Stelle, wie oben, welche nur durch das Beharrungsvermögen und durch die Kraft der andern Maschine überschritten wird. Hat

der Kolben seinen untersten Punct erreicht, so ist schon früher durch den Schieber der obere Cylindertheil dem Dampf im Kessel verschlossen worden, wogegen bei dem untern Cylindertheile jetzt das Entgegengesetzte Statt findet; und so leidet, wenn nur immer Dampf vorhanden ist, das Kolbenspiel keine Unterbrechung. Durch das Auf- und Niedergehen des Kolbens gerathen die Senkrechtführung, und mit ihr die Balanciers, um ihre gemeinschaftliche Achse in Bewegung. Die Lenkstange *s*, am anderen Ende der Balanciers, nimmt beim Niedergehen des Kolbens eine steigende Bewegung an, wodurch der Krummzapfen, und mit ihm die an derselben Welle befindlichen Ruderräder, eine dem Vordertheil des Schiffes zugerichtete rotirende Bewegung erhalten (wenn man nemlich diejenige Hälfte der Räder betrachtet, welche dem Vordertheile zugekehrt ist). Das Wasser, oder vielmehr das Schiff, wird daher durch die Schaufeln aus seiner Stelle getrieben.

Eine einzelne Maschine, für sich betrachtet, hat in denjenigen Momenten den geringsten Effect, wo der zugehörige Kolben dem höchsten oder dem niedrigsten Puncte im Hube sich nähert. Denn es wirkt alsdann, einestheils aus den eben angeführten Gründen, im Cylinder nicht mehr die Expansion des Dampfes auf die Bewegung des Kolbens, andrerseits ist das Moment des Krummzapfens, womit derselbe auf die Welle wirkt, in diesen Momenten beinahe Null und in dem Augenblick, wo der Kolben den höchsten oder den niedrigsten Punct erreicht hat, völlig Null. In diesem Augenblick ist aber gerade die Kraftäufserung der anderen Maschine (dieselbe für sich betrachtet) die gröfseste. Denn da an der gemeinschaftlichen Welle die Krummzapfen der beiden Maschinen gegen einander *unter einen rechten Winkel* gestellt sind, so liegt, wenn der eine Krummzapfen senkrecht steht, der andere horizontal. Steht daher der Kolben der einen Maschine in seinem höchsten oder niedrigsten Puncte, so wird der Kolben der andern Maschine in der Mitte des Dampfcylinders sich befinden; und da nun in der Mitte des Hubes jedesmal der Kolben die volle Kraftäufserung des im Kessel vorhandenen Dampfes erfährt, also die gröfste, welche möglich ist: so ist der Effect der einen Maschine ein Maximum, während der der anderen ein Minimum ist. Die Ruderwelle, an welcher sich die Krummzapfen beider Maschinen befinden, mufs daher auch immer die gemeinschaftliche Wirkung beider Maschinen erfahren, wodurch denn beständig ein möglichst

gleichförmiger Gang erzielt wird, was sonst ein Schwungrad würde thun müssen. So wie das Moment des einen Krummzapfens wächst, wird das Moment des anderen abnehmen.

Jeder Dampfcylinder hat 2 Fuſs im Durchmesser und ist 2 Fuſs 3 Zoll im Lichten hoch, so daſs die Höhe des Kolbenhubes 2 Fuſs 2 Zoll beträgt. Der Druck, welchen der Dampf im Kessel ausübt, beträgt auf den Quadratzoll 19 Pfund; derjenige hingegen, welchen der Kolben im Dampfcylinder erfährt, beträgt 7 Pfund weniger: also nur 12 Pfund auf den Quadratzoll. Hieraus, und aus der Zahl der Kolbenhube in jeder Minute, läſst sich die Kraft der Maschine berechnen. Beide Maschinen haben zusammen die Kraft von 58 Pferden: eine Kraft, welche auch beim stürmigsten Wetter das Schiff forttreiben wird. Das der Königl. Seehandlung gehörige Dampfboot Henriette hat eine Maschine von etwa 30 Pferden Kraft, welche jedoch nicht hinreichend ist, starke Stürme zu überwinden. Die Maschinen des neuen Bootes haben deshalb einen so groſsen Zuwachs von Kraft erhalten.

Die durchschnittliche Geschwindigkeit des Dampfschiffes wird $2\frac{1}{2}$ deutsche Meilen in 1 Stunde sein, so daſs, bei ununterbrochener Fahrt, die Reise, von etwa 70 Meilen, in 28 Stunden zu beendigen sein würde. Man kann indessen nicht ohne Aufenthalt bei Tag und Nacht fahren, weil nach Sonnen-Untergang das Schiff keine Brücke, deren 8, und keine Schleuse, deren 2 vorhanden sind, passiren darf.

Die zu den Fahrten nöthigen Kohlen sollen aus Schlesien bezogen werden. 12 Pfund dieser Kohlen geben der Maschine 1 Stunde lang 1 Pferde-Kraft. Der ganze Kohlenbedarf zu einer Reise, der seinen Platz neben den Kesseln findet, beträgt also 28.58.12 oder 19488 Pfund, oder etwa 180 Ctr.

Auſser den 40 Personen, die im Schiffe Platz finden, wird dasselbe noch zwei beladene Kähne, jeden Kahn im Durchschnitt mit 1500 Ctr. Fracht, fortschaffen.

Die Construction des Dampfschiffes von Eisen gewährt demselben den groſsen Vortheil, daſs es sehr seichte Stellen passiren kann, indem es, wenn es alles Nöthige zur Reise geladen hat, und gegen 40 Passagiere dasselbe bestiegen haben, doch nur 19 Zoll tief einsinken wird, wogegen ein gleich groſses hölzernes Schiff wohl 3 Fuſs Wasser ziehen würde. Auf der Reise nach Hamburg wird es also wohl nie vorkommen, das

eiserne Dampfboot leichten zu müssen, indem schwerlich ein so niedriger Wasserstand eintreten wird.

Damit das Schiff von den Schwankungen, welche die Bewegung der Maschinen hervorbringt, so wenig als möglich leide, ist die Achse der Ruderräderwelle zugleich die Schwerlinie des ganzen Schiffes, also so wenig als möglich der Bewegung ausgesetzt.

Zur Steuerung des Bootes dient die Vorrichtung, welche Fig. 1. und 3. zeigen. *n*, *n* sind Ständer, die an ihren oberen Enden Zapfenlager haben, worin eine Achse *q* mit einem Kegelrade *r* liegt und sich drehen kann. In dasselbe greift das horizontale conische Rad *s*, an dessen Mittelpunct sich die senkrechte Achse *t* befindet, woran das Steuer befestigt ist. So wie das Rad *u*, welches an der Welle *q* fest aufsitzt, durch die Handhaben gedreht wird, erhält das Steuerruder die gewünschte Bewegung.

Berlin, den 6. Januar 1836.

2.

Versuche über die Widerstandsfähigkeit der bekanntesten und nützlichsten Bausteine, welche das Rheinische Schiefergebirge und das daran grenzende Flötzgebirge an der Mosel und in den Ardennen liefern, angestellt im Festungs-Bauhofe zu Coblenz.

(Von dem Königl. Preufs. Ingenieur-Premier-Lieutenant Herrn *Beise* zu Coblenz.)

(Fortsetzung der Abhandlung No. 6. Heft 1., No. 12. Heft 3. und No. 14. Heft 4. des vorigen Bandes.)

---

§. 13.

Tab. XIII. Quarz-Conglomerat,

so wie es sich in der Grauwackenformation des Rheinischen Schiefergebirges, auf dem südöstlichen Abhange des Taunus, bei Schweich an der Mosel und in der Umgegend von Coblenz findet. Dieses Conglomerat hat zum Theil ein sehr festes Ansehen, wie der Granit, zum Theil ist es weniger fest. Als Baustein wenig anwendbar, höchstens zum Strafsenbau, weil die darin befindlichen Quarzkörner sehr fest sind, wie auch das thonige eisenhaltige Bindemittel.

Laufende No.	Stein-Arten und Fund-Ort, Art, wie sie unter die Presse gebracht wurden.	Dimensionen in Preufsischen Zollen.			Gewichte, bei welchen man die Trennung hörte, ehe sich Risse zeigten.	Gewichte, durch welche feine Risse entstanden, die nur so eben sichtbar wurden.	Gewichte, bei welchen sich die entstandenen Risse bis auf $\frac{1}{10}$ Linie erweiterten.	Gewichte, welche die Zerstörung der Steine bewirkten.	Gewichte, bei welchen die Ecken absprangen, oder sich einzelne Flächen abschälten.	Compression des Steines, unmittelbar vor der Zerstörung beobachtet, wo es möglich war, in	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen.
		Länge.	Breite.	Höhe.	Pr. Pfd.	Pr. Pfunde.	Pr. Pfunde.	Pr. Pfd.	Pr. Pfunde.	Pr. Linien.	
269.	Quarzconglomerat vom nördlichen Taunushange. Ohne Unterlagen.	4	4	$3\frac{5}{6}$	84560	84560 Ein Rifs.	88335 Der erste, 111740 mehrere.	120045	Keine.	$1\frac{1}{4}$	Dieser Stein hatte ein granitartiges Ansehen, es fehlte ihm jedoch der Feldspath und der Glimmer. In unreguläre Stücke zerstört.
270.	Desgl.	4	4	4	39260	43035 Ein Rifs, 55112 mehrere.	62665 Alle erweitert.	62665	Keine.	1	Weniger festes Ansehen als der vorige. Dieser und der vorige Stein wurden auf ihren natürlichen Lagern zerdrückt.
271.	Desgl., jedoch aufs Haupt oder die natürlichen Lager vertikal gestellt. Ohne Unterlagen.	$3\frac{1}{4}$	4	$4\frac{1}{8}$	12835	12835	21895	21895	Keine.	1	Die Lager trennten sich als Risse entstanden, deshalb wurde er wahrscheinlich so früh zerstört.

Laufende No.	Stein-Arten und Fund-Ort. Art, wie sie unter die Presse gebracht wurden.	Dimensionen in Preufsischen Zollen. Länge.	Breite.	Höhe.	Gewichte, bei welchen man die Trennung hörte, ehe sich Risse zeigten. Pr. Pfd.	Gewichte, durch welche feine Risse entstanden, die nur so eben sichtbar wurden. Pr. Pfunde.	Gewichte, bei welchen sich die entstandenen Risse bis auf $\frac{1}{10}$ Linie erweiterten. Pr. Pfunde.	Gewichte, welche die Zerstörung der Steine bewirkten. Pr. Pfd.	Gewichte, bei welchen die Ecken absprangen, oder sich einzelne Flächen abschälten. Pr. Pfunde.	Compression des Steines, unmittelbar vor der Zerstörung beobachtet, wo es möglich war, in Pr. Linien.	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen.
	Die beiden mit ihren natürlichen sichtbaren Lagern horizontal unter die Maschine gebrachten Exemplare trugen daher pro Quadratzoll:										
	No. 269. . . .	-	-	-	5285	5285	6252	7503	- -	- -	
	No. 270. . . .	-	-	-	2454	3067	3916	3916	- -	- -	
	Summa	-	-	-	7739	8352	10168	11419	- -	- -	
	Durchschnittlich pro Quadratzoll .	-	-	-	3869	4176	5084	5709	- -	- -	
	Der aufs Haupt gestellte Stein dagegen trug nur:										
	No. 271 . . .	-	-	-	987	987	1607	1607	- -	- -	Hieraus folgt, dafs diese Steinart nie aufs Haupt gestellt werden darf, wenn sie einen Theil einer Mauer bildet.

§. 14.

Tab. XIV. Trasse (eine Art Tufstein).

Dieser Stein findet sich unweit des Laacher Sees bei Pleidt (wo die beste ist) unweit Brohl am Rhein u. s. w. in breiten und mächtigen Lagern; er gleicht beinahe dem Backofen-Stein am Bell, aber er hat mehr und gröfsere Poren, und keine fremden Bestandtheile. Man mahlt ihn im Thale, welches am Tönnestein nach Brohl hinuntersteigt, auf vielen Mühlen, und im so vermahlenen Zustande wird er als Handelsartikel ausgeführt. Da aber in der Nähe dieser Mühlen mehrere feine Sandarten vulkanischer Natur vorhanden sind, welche dem Trafsmehl gleichen, so wird es damit verfälscht. Aus diesem Grunde wurde zu den nahen Festungsbauten von Coblenz und Cölln, um daraus Cement zu bereiten, der rohe Stein angekauft, und auf eigenen Mühlen in dem Baubereich selbst vermahlen. Eine Tonne gebrannter Muschelkalk, 1 Tonne Trafsmehl und 1 Tonne schwarzer vulkanischer Sand gab einen vorzüglichen Wassermörtel, weil der Muschelkalk (in der Umgegend von Trier zu Tage kommend) schon viele Bestandtheile enthält, die ihn hydraulisch machen. Eine Tonne guter gebrannter Muschelkalk (untere Abtheilung Wellenkalk) und zwei Tonnen Trafsmehl geben einen guten wasserdichten Cement für Cysternen u. s. w. Mit Übergangs- oder Marmorkalk von der Lahn u. s. w. vermengt giebt dieser Trafs einen sehr guten hydraulischen Mörtel, welcher stärker erhärtet als mit Muschelkalk, wenn man eine Tonne eingesumpften Übergangskalk mit 3 bis 5 Tonnen Trafsmehl vermengt. Dasselbe gilt von den bei Mainz, Wiesbaden und Mosbach unter dem aufgeschwemmten Terrain liegenden Süfswasserkalk, tertiärer Bildung, welcher auch vorher eingesumpft werden mufs, ehe man ihn mit Trafs verbindet. Ein tüchtiges Durcharbeiten und Stampfen giebt bei gleichem Mischungsverhältnifs den besten Mörtel und Cement, wenn man nicht zu viel Wasser zusetzt. Beim Prüfen dieser Steinart, welche wegen ihrer köstlichen hydraulischen Eigenschaft nicht leicht als Baustein benutzt werden wird, als da wo keine andere Steinart vorkommt, zeigte sich eine merkwürdige Erscheinung, nemlich durch die grofsen Poren (wie verwitterter Mandelstein) entstand eine schnelle Compression, so dafs die Schraube immer stofsweise wirkte, und deshalb die Gewichte immer in sehr kleinen Theilen auf die Wagschale gelegt wurden.

272.	Gelbbrauner Trafsstein von Pleidt bei Andernach. Ohne Unterlagen.	3	3	3	10570	10570	15856	18120	Keine Ecke.	3	Zerbrach in ganz unregelmäfsige Körper, Körner u. Staub.
273.	Desgl.	6	6	$3\frac{1}{4}$	12843	12843	24915	49080	Desgl.	3	Wie der vorige.
274.	Desgl.	6	6	$4\frac{1}{2}$	17365	17365	26425 Ein Rifs, 38505 mehrere.	49080	Desgl.	1	Desgl.

Laufende No.	Stein-Arten und Fund-Ort. Art, wie sie unter die Presse gebracht wurden.	Dimensionen in Preufsischen Zollen.			Gewichte, bei welchen man die Trennung hörte, ehe sich Risse zeigten.	Gewichte, durch welche feine Risse entstanden, die nur so eben sichtbar wurden.	Gewichte, bei welchen sich die entstandenen Risse bis auf $\frac{1}{16}$ Linie erweiterten.	Gewichte, welche die Zerstörung der Steine bewirkten.	Gewichte, bei welchen die Ecken absprangen, oder sich einzelne Flächen abschälten.	Compression des Steines, unmittelbar vor der Zerstörung beobachtet, wo es möglich war, in	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen.
		Länge.	Breite.	Höhe.	Pr. Pfd.	Pr. Pfunde.	Pr. Pfunde.	Pr. Pfd.	Pr. Pfunde.	Pr. Linien.	
275.	Desgl.	6	5	$4\frac{11}{12}$	41525	41525	43035	44545	Keine Ecke.	2	Desgl.
276.	Desgl.	6	5	$6\frac{1}{12}$	15860	15860 Ein Rifs.	20385 Der erste, 23405 entstand ein neuer.	29445	12845	3	Desgl.
277.	Ein cylindrischer Stein.	5	dia.	6	38510	38510	46054	46054	20380	1	Desgl.
	Die beiden 3 Zoll hohen Steine trugen pro Quadratzoll Widerstandsfläche:										
	No. 272. . . .	-	-	-	1174	1174	1762	2002	- -	- -	
	No. 273. . . .	-	-	-	357	357	831	1363	- -	- -	
	Summa	-	-	-	1531	1531	2593	3365	- -	- -	
	Durchschnittlich pro Quadratzoll:	-	-	-	765	765	1296	1623	- -	- -	
	Die 5 Zoll hohen Steine trugen pro Quadratzoll Widerstandsfläche:										
	No. 274. . . .	-	-	-	482	482	902	1363	- -	- -	
	No. 275. . . .	-	-	-	1384	1384	1434	1485	- -	- -	
	Summa	-	-	-	1866	1866	2326	2848	- -	- -	
	Durchschnittlich pro Quadratzoll:	-	-	-	933	933	1163	1424	- -	- -	
	Der 6 Zoll hohe viereckige Stein trug pro Quadratzoll:										
	No. 276. . . .	-	-	-	529	529	729	981	- -	- -	
	Der 6 Zoll hohe cylindrische Stein leistete einen Widerstand pro Quadratzoll:										
	No. 277. . . .	-	-	-	1962	1962	2347	2347	1039	- -	

Flötzgebirgsarten.

Dieses Gebirge grenzt bei Trier und an der Sauer an das Grauwackengebirge, und erstreckt sich über das Grofsherzogthum Luxemburg bis an die höhern Ardennen, die Umgegend von Metz, Nancy, Vic, Dieuze, Sarrelouis, Saarbrück u. s. w., in so weit es hier in Betrachtung kommt.

Bei den angestellten Versuchen war es nicht möglich, das Rothe-todtliegende, den Kupferschiefer-Alpenkalk und Zechstein zu erhalten, wegen der weiten Entfernung ihres Vorkommens. Der Zechstein kommt blofs an der Maas zu Tage und konnte nicht herbeigeschafft werden. Eben so konnte man keinen Oolithen oder Jurakalk in hinreichend grofsen Exemplaren erhalten.

§. 15.

Tab. XV. Muschelkalk. Untere Abtheilung: Wellenkalk.

Befindet sich am östlichen Abhange der Ardennen im Grofsherzogthum Luxemburg und an der Mosel bei Trier, wo er über dem Mergel auflagert, welcher den bunten Sandstein bedeckt. Seine Farbe ist gelbgrau mit eingesprengten kleinen Muscheln und Crystallen von Kalkspath. Dieser Kalk wird schon mit Vortheil zu Wasserbauten angewandt, wenn er mit Trafs- oder Ziegelmehl verbunden wird. Ohne diese Beimischung erhärtet er nicht im Wasser. Er ist sehr hart und fest, bricht aber nie in grofsen Blöcken, weil er sehr zerklüftet ist. Schon die Römer wendeten ihn zu Mörtel und Bausteinen an ihren Bauten zu Trier an.

Laufende No.	Stein-Arten und Fund-Ort. Art, wie sie unter die Presse gebracht wurden.	Dimensionen in Preufsischen Zollen.			Gewichte, bei welchen man die Trennung hörte, ehe sich Risse zeigten.	Gewichte, durch welche feine Risse entstanden, die nur so eben sichtbar wurden.	Gewichte, bei welchen sich die entstandenen Risse bis auf $\frac{1}{16}$ Linie erweiterten.	Gewichte, welche die Zerstörung der Steine bewirkten.	Gewichte, bei welchen die Ecken absprangen, oder sich einzelne Flächen abschälten.	Compression des Steines, unmittelbar vor der Zerstörung beobachtet, wo es möglich war, in	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen.
		Länge.	Breite.	Höhe.	Pr. Pfd.	Pr. Pfunde	Pr. Pfunde.	Pr. Pfd.	Pr. Pfunde.	Pr. Linien.	
278.	Muschelkalk aus den Brüchen an der Mosel bei Trier. Ohne Unterlagen.	3	3	3	24769	32308 Zwei Risse.	40659 Erweiterten sich beide.	78763	24769	$\frac{1}{3}$	Zerbrach in Prismen, Pyramiden u. Körner. Wo kein besseres Material vorhanden ist, giebt dies dauerhafte Chausséen, welche aber wegen des Kalkstaubes den Augen gefährlich sind.
279.	Desgl.	4	4	4	24769	54515	57165	162872	32445	$\frac{5}{6}$	In feinere Theile zerstört wie der vorige.
280.	Desgl.	4	4	$3\frac{11}{12}$	32308	65372	71580	156560	73420	1	Desgl.
281.	Desgl.	4	4	4	48755	48755	6[illegible]375	164720	54115	1	Desgl.
282.	Desgl.	5	5	5	75655	75655 Drei Risse.	86320 Einer, 94525 d. andere, 116518 der dritte.	195615	78956 Zwei Ecken vorne.	$1\frac{1}{16}$	Desgl.
283.	Aus den Brüchen bei Grevenmachern im Grofsherzogthum Luxemburg. Ohne Unterlagen.	4	4	$3\frac{5}{6}$	35824	35824 Ein Rifs, 42756 noch drei Risse.	62375 Der erste erweitert, 93436 die andern.	115785	36915 Eine Ecke, 75385 noch zwei.	$\frac{11}{12}$	Dieser Kalk hat mehr fremde kieselige und eisenhaltige Theile als der an der Mosel gebrochene, deshalb ist er für gewöhnliche Bauten weniger ergiebig und läfst beim Ablöschen viel unaufgelöschte Theile (Kälber genannt) zurück. Zum Strafsenbau noch brauchbarer wie der vorige.
284.	Desgl.	4	4	$3\frac{11}{12}$	27115	41522	53284	110632	Keine.	1	Desgl.
285.	Desgl.	4	4	4	56832	56832	75685	183515	55725	$\frac{10}{12}$	Desgl.
286.	Desgl.	4	5	5	63125	63125	94315	210325	89630	1	Desgl.
287.	Desgl.	5	5	$4\frac{11}{12}$	72360	72360	81746	197316	94250	$1\frac{1}{12}$	Desgl.
288.	Desgl.	3	3	3	26954	37245	43518	94615	Keine.	$\frac{1}{4}$	Desgl.
289.	Desgl.	3	3	3	25810	25810	52712	80920	Desgl.	$\frac{1}{2}$	Desgl.
290.	Desgl.	3	3	$2\frac{11}{12}$	23700	32520	39870	76155	Desgl.	1	Desgl.
	Nehmen wir die 3 Zoll hohen Steine dieser Kalkart zusammen, so erhalten wir pro Quadratzoll Widerstand:										
	No. 278. . . .	-	-	-	2752	3590	4517	8752	2752	- -	
	No. 288. . . .	-	-	-	2995	4138	4835	10513	- -	- -	
	No. 289. . . .	-	-	-	2868	2868	5857	8991	- -	- -	
	No. 290. . . .	-	-	-	2633	3613	4430	8464	- -	- -	
	Summa	-	-	-	11248	14209	19639	36720	2752	- -	
	Durchschnittlich pro Quadratzoll .	-	-	-	2812	3552	4909	9180	2752	- -	

Laufende No.	Stein-Arten und Fund-Ort. Art, wie sie unter die Presse gebracht wurden.	Dimensionen in Preufsischen Zollen. Länge.	Breite.	Höhe.	Gewichte, bei welchen man die Trennung hörte, ehe sich Risse zeigten. Pr. Pfd.	Gewichte, durch welche feine Risse entstanden, die nur so eben sichtbar wurden. Pr. Pfunde.	Gewichte, bei welchen sich die entstandenen Risse bis auf $\frac{1}{10}$ Linie erweiterten. Pr. Pfunde.	Gewichte, welche die Zerstörung der Steine bewirkten. Pr. Pfd.	Gewichte, bei welchen die Ecken absprangen, oder sich einzelne Flächen abschälten. Pr. Pfunde.	Compression des Steines, unmittelbar vor der Zerstörung beobachtet, wo es möglich war, in Pr. Linien.	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen.
	Die 5 Zoll hohen Steine gaben pro Quadratzoll Widerstand:										
	No. 282. . . .	-	-	-	3026	3026	3965	7825	3158	- -	
	No. 286. . . .	-	-	-	2525	2525	3772	8413	3585	- -	
	No. 287. . . .	-	-	-	2894	2894	3269	7892	3770	- -	
	Summa	-	-	-	8445	8445	11006	24130	10513	- -	
	Durchschnittlich pro Quadratzoll .	-	-	-	2815	2815	3668	8043	3504	- -	
	Die 4 oder beinahe 4 Zoll hohen Steine gaben pro Quadratzoll Widerstandsfläche:										
	No. 279. . . .	-	-	-	1548	3909	3573	10179	2025	- -	
	No. 280. . . .	-	-	-	2019	4086	4474	9785	4589	- -	
	No. 281. . . .	-	-	-	3047	3047	3898	10295	3382	- -	
	No. 283. . . .	-	-	-	2239	2456	4838	7236	3509	- -	
	No. 284. . . ,	-	-	-	1695	2595	3331	6289	- -	- -	
	No. 285. . . .	-	-	-	3552	3522	4730	11964	3483	- -	
	Summa	-	-	-	14100	19613	24844	55748	16988	- -	
	Durchschnittlich pro Quadratzoll .	-	-	-	2350	3269	4141	9291	2832	- -	

§. 16.

Tab. XVI. Keuper Sandstein (*Grès de Luxembourg*).

Dieser Stein ist sehr verschieden hart, er ist zu Quadersteinen, Steinpflaster, Feuerbauten und gewöhnlichem Mauerwerk gut, wenn die Witterung keinen Einflufs darauf haben kann, oder dafs diese Mauern unter ein gutes Dach gebracht werden. Dagegen verwittert er in geböschten Mauerflächen sehr leicht, wie dies die Festungsmauern in Luxemburg, Thionville u. s. w. beweisen. Lothrecht aufgeführtes freistehendes, oben aber durch Cement oder Thonbedeckung abgewässertes Mauerwerk aus diesem Material erbauet, dauert eben so lange, als irgend ein anderes aus festem Stein erbauetes. Es werden aus dem guten Sandstein, dessen Farbe gelbgrau ist, Fenster- und Thürgespunde, Treppentritte (die aber nicht lange dauern) und Gesimse verfertigt. Zum Strafsenbau ist er nur im Nothfall anzuwenden, eben so zum Steinpflaster, weil die Wagenräder bald tiefe Geleise in das Pflaster und die Chausséen einarbeiten. Da an der Mosel bei Sieck und an andern Orten gutes sehr festes Grauwackengestein zu Tage kommt, woraus das Steinpflaster zu Metz und Thionville verfertigt wird, so wird man wohl in Zukunft auch das Steinpflaster in Luxemburg u. s. w. daraus fertigen lassen.

291.	Keupersandstein in der Nähe von Luxemburg, von der festesten Art, woraus Quadersteine u. Steinpflaster verfertigt werden. Ohne Unterlagen.	3	3	3	16270	24865 Zwei Risse.	34518	39640	17825	1	Zerbrach in Prismen, Pyramiden, Sandkörner u. Staub. Die Lager waren sehr glatt, weil sich dieser Stein sehr gut mit scharfen Meisseln bearbeiten und glattschleifen läfst.
292.	Desgl.	3	3	3	24520	28355	32620	41535	26430	$\frac{11}{12}$	Desgl.
293.	Desgl.	3	3	3	18750	25460	36470	38290	25816	1	Desgl.
294.	Desgl.	4	4	4	32512	32512	36195	59735	42324	$1\frac{1}{10}$	Desgl.
295.	Desgl.	4	4	$3\frac{11}{12}$	27845	35980	54512	58925	35380	1	Desgl.
296.	Desgl.	4	4	4	30750	38432	52720	62845	Keine.	$\frac{5}{6}$	Desgl.
297.	Desgl.	5	5	5	25825	62318	62318	89132	55245	$1\frac{1}{12}$	Desgl.

Laufende No.	Stein-Arten und Fund-Ort. Art, wie sie unter die Presse gebracht wurden.	Dimensionen in Preufsischen Zollen. Länge.	Breite.	Höhe.	Gewichte, bei welchen man die Trennung hörte, ehe sich Risse zeigten. Pr. Pfd.	Gewichte, durch welche feine Risse entstanden, die nur so eben sichtbar wurden. Pr. Pfunde.	Gewichte, bei welchen sich die entstandenen Risse bis auf $\frac{1}{10}$ Linie erweiterten. Pr. Pfunde.	Gewichte, welche die Zerstörung der Steine bewirkten. Pr. Pfd.	Gewichte, bei welchen die Ecken absprangen, oder sich einzelne Flächen abschälten. Pr. Pfunde.	Compression des Steines, unmittelbar vor der Zerstörung beobachtet, wo es möglich war, in Pr. Linien.	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen.
298.	Desgl.	5	5	5	42120	56970	58315	92510	63736	1	Desgl.
299.	Desgl.	5	5	5	36825	72730	72730	86740	72730	$1\frac{11}{12}$	Desgl.
300.	Desgl.	5	5	5	40645	40645	75395	95815	Keine.	$\frac{10}{11}$	Desgl.
	Die dreizölligen Steine trugen pro Quadratzoll Druckfläche:										
	No. 291. . . .	-	-	-	1808	2763	3835	4404	1981	- -	
	No. 292. . . .	-	-	-	2724	3151	3624	4615	2937	- -	
	No. 293. . . .	-	-	-	2083	2718	4052	4252	2868	- -	
	Summa	-	-	-	6615	8632	11511	13271	7786	- -	
	Durchschnittlich pro Quadratzoll	-	-	-	2205	2877	3870	4423	2595	- -	
	Die vierzölligen Steine leisteten einen Widerstand pro Quadratzoll Druckfläche von:										
	No. 294. . . .	-	-	-	2032	2032	2262	3733	2645	- -	
	No. 295. . . .	-	-	-	1740	2249	3407	3683	2211	- -	
	No. 296. . . .	-	-	-	1922	2402	3295	3928	- -	- -	
	Summa	-	-	-	5694	6683	8964	11344	4856	- -	
	Durchschnittlich pro Quadratzoll .	-	-	-	1565	2227	2988	3781	1618	- -	
	Die 5 Zoll hohen Steine widerstanden pro Quadratzoll:										
	No. 297. . . .	-	-	-	1033	2492	2492	3565	2210	- -	
	No. 298. . . .	-	-	-	1685	2279	2321	3700	2549	- -	
	No. 299. . . .	-	-	-	1473	2909	2909	3469	2909	- -	
	No. 300. . . .	-	-	-	1626	1626	3015	3832	- -	- -	
	Summa	-	-	-	5817	9306	10737	14566	7668	- -	
	Durchschnittlich pro Quadratzoll .	-	-	-	1454	2326	2684	3641	1917	- -	

§. 17.

Tab. XVII. Gryphitenkalk oder Lias.

Lagert über dem Mergel und in dem Mergel, welcher den Keupersandstein bedeckt, zum Theil auch unmittelbar auf und in dem Keupersandstein. Er enthält sehr viele versteinerte Muscheln, zum Theil von besonderer Schönheit und Gröfse, welche inwendig mit Drusen von Kalkspath ausgefüllt sind. Er findet sich bei Luxemburg, Metz und Thionville, kuppenweise in flachen Kuppen aufgelagert. Dieser Kalk, welcher eine blaue Farbe hat, ist ein vorzüglicher hydraulischer Kalk, weil ein Zusatz von Ziegelmehl oder nur wenig Trafsmehl einen guten Wassermörtel giebt, der schnell erhärtet, und einen eben so guten Cement zu Cysternen und der Abwässerung von Gewölben. Mengt man diesem Kalk gewöhnlichen, aus Sandstein gewonnenen Sand, nemlich zu 1 Tonne gebranntem Kalk 1 Tonne solchen Sand und 1 Tonne feingestofsene Eisenschlacken bei, wie solche der hier bei Mersch an der Allzatte zu Tage kommende thonige Eisenkies liefert, wenn das Eisen daraus gezogen worden ist, so erhält man einen guten Mörtel zu Fugenauswurf, Mauerwerk und äufserm Häuseranputz. Er läfst sich leicht mit dem Meifsel bearbeiten und zerspringt mit glattem oder auch muscheligem Bruch unter dem Hammer. Die darin befindlichen Gryphiten haben, wenn man sie zerschlägt, einen eigenthümlichen stinkenden Geruch.

301.	Aus den Brüchen bei Strafsen und Contern.	3	3	3	45620	45620 Ein Rifs.	55135 Der erste erweitert, noch ein neuer.	69216	46342	$\frac{1}{4}$	Sehr glatte abgeschliffene Lager. Zerbrach in Prismen, Keile u. Pyramiden.
302.	Desgl.	3	3	3	36768	47518	51655	70225	38125	$\frac{11}{12}$	Desgl.
303.	Desgl.	3	3	3	32515	41160	53580	72795	45650	1	Desgl.

Laufende No.	Stein-Arten und Fund-Ort. Art, wie sie unter die Presse gebracht wurden.	Dimensionen in Preufsischen Zollen. Länge.	Breite.	Höhe.	Gewichte, bei welchen man die Trennung hörte, ehe sich Risse zeigten. Pr. Pfd.	Gewichte, durch welche feine Risse entstanden, die nur so eben sichtbar wurden. Pr. Pfunde.	Gewichte, bei welchen sich die entstandenen Risse bis auf $\frac{1}{16}$ Linie erweiterten. Pr. Pfunde.	Gewichte, welche die Zerstörung der Steine bewirkten. Pr. Pfd.	Gewichte, bei welchen die Ecken absprangen, oder sich einzelne Flächen abschälten. Pr. Pfunde.	Compression des Steines, unmittelbar vor der Zerstörung beobachtet, wo es möglich war, in Pr. Linien.	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen.
304.	Desgl.	4	4	4	27530	30968	72735	102640	29150	$\frac{10}{12}$	Desgl.
305.	Desgl.	4	4	4	38276	69760	73794	128585	40620	$1\frac{1}{4}$	Desgl.
306.	Desgl.	4	4	4	45380	45380	67530	100320	45380	1	Desgl.
	Die 3 Zoll hohen Steine trugen pro Quadratzoll Druckfläche:										
	No. 301. . . .	-	-	-	5069	5069	6126	7691	5149	- -	
	No. 302. . . .	-	-	-	4085	5279	5739	7803	4236	- -	
	No. 303. . . .	-	-	-	3613	4573	5953	8088	5069	- -	
	Summa	-	-	-	12767	14921	17818	23582	14454	- -	
	Durchschnittlich pro Quadratzoll	-	-	-	4255	4973	5939	7860	4818	- -	
	Die 4 Zoll hohen Steine widerstanden einem Drucke pro Quadratzoll Druckfläche von:										
	No. 304. . . .	-	-	-	1721	1935	4546	6415	1822	- -	
	No. 305. . . .	-	-	-	2392	4360	4622	8036	2539	- -	
	No. 306. . . .	-	-	-	2836	2836	4221	6270	2836	- -	
	Summa	-	-	-	6949	9131	13389	20721	7197	- -	
	Durchschnittlich pro Quadratzoll .	-	-	-	2316	3044	4463	6907	2399	- -	

§. 18.

Tab. XVIII. Bunter Sandstein (*Grès bigarré*).

Dieser Sandstein kommt bei Schweich, unweit Trier, an der Mosel, bis beinahe bei Wasserbillig vor, dann im Sauer- und Allzatte-Thale u. s. w. Auch am Main kommt er hier und da zu Tage. (Mildenburg.)

Er giebt gute Quader, Thor-, Thür- und Fenstergespunde, Küchenplatten, und die härteste Art, wie die bei Berg in der Allgatte, auch gute dauerhafte Treppentritte. Die weichern Arten sind aber nicht als Treppentritte zu gebrauchen, weil sie sich in 2 bis 3 Jahren völlig austreten. Man fertigt daraus gute Schleifsteine unweit Trier, welche als Handelsartikel ausgeführt werden. Die festeren Arten dienen als Mauerwerk jeder Art, vorzüglich zum Häuserbau. Die Farbe dieses Steines ist roth, in's Schmutzigrothe fallend, zum Theil aber auch bunt gestreift, mit weifsen Streifen, zuweilen, wie bei Flohnheim, auch weifs, mit schwarzen Streifen. Dieser Stein läfst sich gut in jede beliebige Gestalt bringen und glatt schleifen.

307.	Trierischer bunter Sandstein auf die natürlichen Lager, ohne Unterlagen.	4	4	$3\frac{5}{6}$	24916	76255 Vier Risse.	88135 Alle erweitert.	91360	20384 Eine Ecke, 49080 die zweite, 65685 die dritte, 83804 die vierte.	$1\frac{1}{6}$	In kleine unregelmäfsige Körper und Sandkörner zerdrückt.
308.	Desgl.	4	4	4	20390	43035	85312	115217	20390	$\frac{11}{12}$	Desgl.
309.	Desgl.	4	4	$3\frac{11}{12}$	17364	55120 und 68706 mehrere Risse.	73235	128350	17364 Eine Ecke, 21900 noch eine, 27900 die dritte, 38500 die vierte, 56624 eine Seite abgeschält, 103435 rund herum.	2	Desgl.

Laufende No.	Stein-Arten und Fund-Ort. Art, wie sie unter die Presse gebracht wurden.	Dimensionen in Preufsischen Zollen. Länge.	Breite.	Höhe.	Gewichte, bei welchen man die Trennung hörte, ehe sich Risse zeigten. Pr. Pfd.	Gewichte, durch welche feine Risse entstanden, die nur so eben sichtbar wurden. Pr. Pfunde.	Gewichte, bei welchen sich die entstandenen Risse bis auf $\frac{1}{10}$ Linie erweiterten. Pr. Pfunde.	Gewichte, welche die Zerstörung der Steine bewirkten. Pr. Pfd.	Gewichte, bei welchen die Ecken absprangen, oder sich einzelne Flächen abschälten. Pr. Pfunde.	Compression des Steines, unmittelbar vor der Zerstörung beobachtet, wo es möglich war, in Pr. Linien.	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen.
298.	Desgl.	5	5	5	42120	56970	58315	92510	63736	1	Desgl.
299.	Desgl.	5	5	5	36825	72730	72730	86740	72730	$1\frac{11}{12}$	Desgl.
300.	Desgl.	5	5	5	40645	40645	75395	95815	Keine.	$\frac{10}{11}$	Desgl.
	Die dreizölligen Steine trugen pro Quadratzoll Druckfläche:										
	No. 291. . . .	-	-	-	1808	2763	3835	4404	1981	- -	
	No. 292. . . .	-	-	-	2724	3151	3624	4615	2937	- -	
	No. 293. . . .	-	-	-	2083	2718	4052	4252	2868	- -	
	Summa	-	-	-	6615	8632	11511	13271	7786	- -	
	Durchschnittlich pro Quadratzoll	-	-	-	2205	2877	3870	4423	2595	- -	
	Die vierzölligen Steine leisteten einen Widerstand pro Qnadratzoll Druckfläche von:										
	No. 294. . . .	-	-	-	2032	2032	2262	3733	2645	- -	
	No. 295. . . .	-	-	-	1740	2249	3407	3683	2211	- -	
	No. 296. . . .	-	-	-	1922	2402	3295	3928	- -	- -	
	Summa	-	-	-	5694	6683	8964	11344	4856	- -	
	Durchschnittlich pro Quadratzoll .	-	-	-	1565	2227	2988	3781	1618	- -	
	Die 5 Zoll hohen Steine widerstanden pro Quadratzoll:										
	No. 297. . . .	-	-	-	1033	2492	2492	3565	2210	- -	
	No. 298. . . .	-	-	-	1685	2279	2321	3700	2549	- -	
	No. 299. . . .	-	-	-	1473	2909	2909	3469	2909	- -	
	No. 300. . . .	-	-	-	1626	1626	3015	3832	- -	- -	
	Summa	-	-	-	5817	9306	10737	14566	7668	- -	
	Durchschnittlich pro Quadratzoll .	-	-	-	1454	2326	2684	3641	1917	- -	

§. 17.

Tab. XVII. Gryphitenkalk oder Lias.

Lagert über dem Mergel und in dem Mergel, welcher den Keupersandstein bedeckt, zum Theil auch unmittelbar auf und in dem Keupersandstein. Er enthält sehr viele versteinerte Muscheln, zum Theil von besonderer Schönheit und Gröfse, welche inwendig mit Drusen von Kalkspath ausgefüllt sind. Er findet sich bei Luxemburg, Metz und Thionville, kuppenweise in flachen Kuppen aufgelagert. Dieser Kalk, welcher eine blaue Farbe hat, ist ein vorzüglicher hydraulischer Kalk, weil ein Zusatz von Ziegelmehl oder nur wenig Trafsmehl einen guten Wassermörtel giebt, der schnell erhärtet, und einen eben so guten Cement zu Cysternen und der Abwässerung von Gewölben. Mengt man diesem Kalk gewöhnlichen, aus Sandstein gewonnenen Sand, nemlich zu 1 Tonne gebranntem Kalk 1 Tonne solchen Sand und 1 Tonne feingestofsene Eisenschlacken bei, wie solche der hier bei Mersch an der Allzatte zu Tage kommende thonige Eisenkies liefert, wenn das Eisen daraus gezogen worden ist, so erhält man einen guten Mörtel zu Fugenauswurf, Mauerwerk und äufserm Häuseranputz. Er läfst sich leicht mit dem Meifsel bearbeiten und zerspringt mit glattem oder auch muscheligem Bruch unter dem Hammer. Die darin befindlichen Gryphiten haben, wenn man sie zerschlägt, einen eigenthümlichen stinkenden Geruch.

Laufende No.	Stein-Arten und Fund-Ort	Länge	Breite	Höhe	Trennung hörte	Feine Risse	Risse bis $\frac{1}{10}$ Linie	Zerstörung	Ecken absprangen	Compression	Bemerkungen
301.	Aus den Brüchen bei Strafsen und Contern.	3	3	3	45620	45620 Ein Rifs.	55135 Der erste erweitert, noch ein neuer.	69216	46342	$\frac{1}{4}$	Sehr glatte abgeschliffene Lager. Zerbrach in Prismen, Keile u. Pyramiden.
302.	Desgl.	3	3	3	36768	47518	51655	70225	38125	$\frac{11}{12}$	Desgl.
303.	Desgl.	3	3	3	32515	41160	53580	72795	45650	1	Desgl.

Laufende No.	Stein-Arten und Fund-Ort. Art, wie sie unter die Presse gebracht wurden.	Dimensionen in Preufsischen Zollen. Länge.	Breite.	Höhe.	Gewichte, bei welchen man die Trennung hörte, ehe sich Risse zeigten, Pr. Pfd.	Gewichte, durch welche feine Risse entstanden, die nur so eben sichtbar wurden. Pr. Pfunde.	Gewichte, bei welchen sich die entstandenen Risse bis auf $\frac{1}{16}$ Linie erweiterten. Pr. Pfunde.	Gewichte, welche die Zerstörung der Steine bewirkten. Pr. Pfd.	Gewichte, bei welchen die Ecken absprangen, oder sich einzelne Flächen abschälten. Pr. Pfunde.	Compression des Steines, unmittelbar vor der Zerstörung beobachtet, wo es möglich war, in Pr. Linien.	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen.
304.	Desgl.	4	4	4	27530	30968	72735	102640	29150	$\frac{10}{12}$	Desgl.
305.	Desgl.	4	4	4	38276	69760	73794	128585	40620	$1\frac{1}{4}$	Desgl.
306.	Desgl.	4	4	4	45380	45380	67530	100320	45380	1	Desgl.
	Die 3 Zoll hohen Steine trugen pro Quadratzoll Druckfläche:										
	No. 301. . . .	-	-	-	5069	5069	6126	7691	5149	- -	
	No. 302. . . .	-	-	-	4085	5279	5739	7803	4236	- -	
	No. 303. . . .	-	-	-	3613	4573	5953	8088	5069	- -	
	Summa	-	-	-	12767	14921	17818	23582	14454	- -	
	Durchschnittlich pro Quadratzoll	-	-	-	4255	4973	5939	7860	4818	- -	
	Die 4 Zoll hohen Steine widerstanden einem Drucke pro Quadratzoll Druckfläche von:										
	No. 304. . . .	-	-	-	1721	1935	4546	6415	1822	- -	
	No. 305. . . .	-	-	-	2392	4360	4622	8036	2539	- -	
	No. 306. . . .	-	-	-	2836	2836	4221	6270	2836	- -	
	Summa	-	-	-	6949	9131	13389	20721	7197	- -	
	Durchschnittlich pro Quadratzoll .	-	-	-	2316	3044	4463	6907	2399	- -	

§. 18.

Tab. XVIII. Bunter Sandstein (*Grès bigarré*).

Dieser Sandstein kommt bei Schweich, unweit Trier, an der Mosel, bis beinahe bei Wasserbillig vor, dann im Sauer- und Allzatte-Thale u. s. w. Auch am Main kommt er hier und da zu Tage. (Mildenburg.)

Er giebt gute Quader, Thor-, Thür- und Fenstergespunde, Küchenplatten, und die härteste Art, wie die bei Berg in der Allgatte, auch gute dauerhafte Treppentritte. Die weichern Arten sind aber nicht als Treppentritte zu gebrauchen, weil sie sich in 2 bis 3 Jahren völlig austreten. Man fertigt daraus gute Schleifsteine unweit Trier, welche als Handelsartikel ausgeführt werden. Die festeren Arten dienen als Mauerwerk jeder Art, vorzüglich zum Häuserbau. Die Farbe dieses Steines ist roth, in's Schmutzigrothe fallend, zum Theil aber auch bunt gestreift, mit weifsen Streifen, zuweilen, wie bei Flohnheim, auch weifs, mit schwarzen Streifen. Dieser Stein läfst sich gut in jede beliebige Gestalt bringen und glatt schleifen.

307.	Trierischer bunter Sandstein auf die natürlichen Lager, ohne Unterlagen.	4	4	$3\frac{1}{2}$	24916	76255 Vier Risse.	88135 Alle erweitert.	91360	20384 Eine Ecke, 49080 die zweite, 65685 die dritte, 83804 die vierte.	$1\frac{1}{6}$	In kleine unregelmäfsige Körper und Sandkörner zerdrückt.
308.	Desgl.	4	4	4	20390	43035	85312	115217	20390	$\frac{11}{12}$	Desgl.
309.	Desgl.	4	4	$3\frac{11}{12}$	17364	55120 und 68706 mehrere Risse.	73235	128350	17364 Eine Ecke, 21900 noch eine, 27900 die dritte, 38500 die vierte, 56624 eine Seite abgeschält. 103485 rund herum.	2	Desgl.

Laufende No.	Stein-Arten und Fund-Ort. Art, wie sie unter die Presse gebracht wurden.	Dimensionen in Preußischen Zollen.			Gewichte, bei welchen man die Trennung hörte, ehe sich Risse zeigten.	Gewichte, durch welche feine Risse entstanden, die nur so eben sichtbar wurden.	Gewichte, bei welchen sich die entstandenen Risse bis auf $\frac{1}{10}$ Linie erweiterten.	Gewichte, welche die Zerstörung der Steine bewirkten.	Gewichte, bei welchen die Ecken absprangen, oder sich einzelne Flächen abschälten.	Compression des Steines, unmittelbar vor der Zerstörung beobachtet, wo es möglich war, in	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen.
		Länge.	Breite.	Höhe.	Pr. Pfd.	Pr. Pfunde.	Pr. Pfunde.	Pr. Pfd.	Pr. Pfunde.	Pr. Linien.	
310.	Desgl.	4	4	$3\frac{11}{12}$	15845	15845 Ein Rifs, 35486 noch zwei.	56625 Der erste, 75242 d. andern.	76755	24920	1	Dieser Stein hatte ein zerreibliches Ansehn und wurde in Sand zerdrückt.
311.	Desgl.	4	4	$3\frac{7}{8}$	20385	20385 Ein Rifs, 38505 nocheiner, 47565 der dritte.	74745 Alle drei erweitert.	97395	Keine Ecke.	$1\frac{1}{2}$	Das Ansehn dieses Steines war fester, wie das des vorigen, er wurde auch nicht in so feine Theile zerdrückt, als derselbe.
312	Desgl.	4	4	$3\frac{5}{6}$	44545	49080 Ein Rifs, 62670 d. zweite, 74742 der dritte.	80790 Einer, 95885 alle drei.	95885	18880	1	Desgl.
313.	Desgl.	4	4	4	26430	26430 Ein Rifs, 29445 zwei.	49075 Einer, 71730 d. zweite.	104945	15860 Eine Ecke, 20385 die zweite, 38875 die dritte, 48980 die vierte.	1	Desgl.
314.	Desgl. von Mildenburg am Main, ohne Unterlagen.	4	4	$3\frac{5}{8}$	56630	56630 Ein Rifs, 62675 d. zweite.	62675	73245	18872	$1\frac{1}{10}$	Die natürlichen Lager waren um 5 Grad gegen die künstlich gehauenen geneigt. Grobkörnig.
315.	Desgl.	4	4	$3\frac{5}{6}$	55120	59645 Zwei Risse.	80785 Der erste, 89845 d. zweite.	105955	29444 Eine Ecke, 36993 die zweite, 42742 die dritte, 48496 die letzte.	2	Gute Lager, die mit den natürlichen parallel liefen und sehr feinkörnig.
316.	Desgl.	3	3	$2\frac{7}{12}$	47570	47570	56632	67195	27936	$\frac{1}{2}$	Wie der vorige.
317.	Desgl., aber unten und oben Sand.	3	3	$2\frac{1}{12}$	55115	55115	86825	93355	Keine.	1	Hatte sehr gute Lager, war feinkörnig und die natürlichen Lager waren kaum sichtbar.
318.	Desgl., aber aufs Haupt oder die natürlichen Lager vertikal.	4	4	4	30955	30955	49075	59645	17371	$1\frac{1}{2}$	Die Lager spalteten sich auf und der Stein zerplatzte, weshalb man diese Steinart nie aufs Haupt stellen darf.
319.	Desgl.	5	3	5	26425	26425	26425	38505	Keine.	Nicht beobachtet.	Desgl.

Laufende No.	Stein-Arten und Fund-Ort. Art, wie sie unter die Presse gebracht wurden.	Dimensionen in Preufsischen Zollen.			Gewichte, bei welchen man die Trennung hörte, ehe sich Risse zeigten. Pr. Pfd.	Gewichte, durch welche feine Risse entstanden, die nur so eben sichtbar wurden. Pr. Pfunde	Gewichte, bei welchen sich die entstandenen Risse bis auf $\frac{1}{16}$ Linie erweiterten. Pr. Pfunde.	Gewichte, welche die Zerstörung der Steine bewirkten. Pr. Pfd.	Gewichte, bei welchen die Ecken absprangen, oder sich einzelne Flächen abschälten. Pr. Pfunde.	Compression des Steines, unmittelbar vor der Zerstörung beobachtet, wo es möglich war, in Pr. Linien.	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen.
		Länge.	Breite.	Höhe.							
320.	Zwei Steine aufeinander mit Mörtel verbunden, unten und oben Sandlager; die natürlichen Lager vertikal.	3	3	$5\frac{1}{2}$	60955	60955	82295	82295	47565 EineEcke, 71725 noch eine.	1	Desgl. Der Mörtel hatte hier einen ganz besondern Einflufs auf die Widerstandsfähigkeit des Steines.
321.	Flohnheimer Sandstein.	4	4	$3\frac{11}{12}$	24915	24915	29445	37750	Keine.	1	Wurde in kleine Prismen und Körner zerdrückt.
322.	Desgl.	4	4	$3\frac{11}{12}$	17365	17365 Ein Rifs, 30955 nocheiner.	41525	41525	40020	2	Desgl.
323.	Desgl.	4	4	$3\frac{5}{6}$	15860	20390	43036	43036	Keine.	$1\frac{1}{2}$	Desgl.
324.	Desgl.	4	4	$3\frac{7}{8}$	23405	23405 Ein Rifs. 24915 nocheiner.	26425	35485	Desgl.	$1\frac{1}{2}$	Desgl.
325.	Desgl.	4	4	$3\frac{5}{6}$	27940	47565	55115	55115	Desgl.	1	Desgl.
326.	Desgl.	4	4	$3\frac{11}{12}$	18884	20390 24920	26425 Einer, 40025 d. andern.	41525	Desgl.	$1\frac{1}{2}$	Desgl.
327.	Desgl.	4	4	$3\frac{5}{6}$	14345	14345 23406	23406 40112	58140	Desgl.	$1\frac{1}{2}$	Desgl.
328.	Desgl.	4	4	$3\frac{5}{6}$	20390	21896 24920	43040	52096	Desgl.	1	Desgl.
329.	Desgl.	4	4	$3\frac{5}{6}$	12842	12842 20390	44545	47414	33980	1	Desgl.
330.	Desgl.	4	4	$3\frac{7}{8}$	21900	24920	30960	40770	Keine.	$1\frac{1}{2}$	Desgl.
331.	Desgl.	$7\frac{2}{3}$	$5\frac{1}{3}$	$3\frac{7}{12}$	9820	9820	22650 35490 Mehrere.	153265	Desgl.	Nicht beobachtet.	Desgl.
332.	Desgl.	4	4	$3\frac{11}{12}$	27940	33980 46060	53610	53610	Desgl.	1	Desgl.
333.	Desgl.	$3\frac{1}{2}$	$7\frac{2}{3}$	$5\frac{1}{3}$	23410	61155	61155	86825	23410 Eine Ecke, 24915 die zweite, 33980 die dritte.	-	Desgl.
334.	Desgl.	4	4	$3\frac{5}{6}$	30954	30954	35485	52110	Keine.	$1\frac{1}{2}$	Desgl.
335.	Desgl., aber aufs Haupt gestellt.	4	4	$3\frac{5}{6}$	32465	33980	35485	36990	20392	$1\frac{2}{3}$	Desgl.
336.	Desgl.	4	4	$3\frac{1}{4}$	17374	18884 23420	24930 40015	41525	Keine.	$1\frac{1}{4}$	Desgl.
337.	Desgl.	4	4	$3\frac{2}{3}$	15860	18875	33980 40015	47563	Desgl.	$1\frac{1}{2}$	Desgl.

Laufende No.	Stein-Arten und Fund-Ort, Art, wie sie unter die Presse gebracht wurden.	Dimensionen in Preufsischen Zollen. Länge.	Breite.	Höhe.	Gewichte, bei welchen man die Trennung hörte, ehe sich Risse zeigten. Pr. Pfd.	Gewichte, durch welche feine Risse entstanden, die nur so eben sichtbar wurden. Pr. Pfunde.	Gewichte, bei welchen sich die entstandenen Risse bis auf $\frac{1}{16}$ Linie erweiterten. Pr. Pfunde.	Gewichte, welche die Zerstörung der Steine bewirkten. Pr. Pfd.	Gewichte, bei welchen die Ecken absprangen, oder sich einzelne Flächen abschälten, Pr. Pfunde.	Compression des Steines, unmittelbar vor der Zerstörung beobachtet, wo es möglich war, in Pr. Linien.	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen.
338.	Desgl.	3	3	$2\frac{11}{12}$	8310	8310 17362	19630	24915	Keine.	2	Desgl.
339.	Desgl.	3	3	$2\frac{11}{12}$	9816	11325 29445	32464	32464	Desgl.	1	Desgl.
340.	Desgl., aber aufs natürliche Lager gestellt, oben und unten Bleiplatten.	4	4	$3\frac{5}{6}$	30954	30954	58135	62665	Desgl.	$1\frac{1}{2}$	Desgl.
341.	Desgl.	4	4	$3\frac{2}{3}$	35482	35482	38510	41530	Desgl.	$\frac{11}{12}$	Desgl.
342.	Desgl.	8	8	8	20382	114005	114005	126085	20382	Nicht beobachtet.	Desgl.
343.	Ein Stein ohne Unterlagen zerdrückt.	8	8	8	23410	41525	91355	103435	23410 Eine Ecke, 38505 die zweite, 86825 die dritte.	$1\frac{1}{2}$	Desgl.
	Die Trierschen Sandsteine, welche beinahe alle 4 Zoll hoch waren, trugen pro Quadratzoll Widerstandsfläch										
	No. 307. . . .	-	-	-	1557	4766	5508	5710	3421	- -	
	No. 308. . . .	-	-	-	1274	2689	5332	7201	1274	- -	
	No. 309. . . .	-	-	-	1085	3869	4577	8022	2028	- -	
	No. 310. . . .	-	-	-	990	16[illegible]4	4121	4797	1557	- -	
	No. 311. . . .	-	-	-	1274	2219	4671	6087	- -	- -	
	No. 312. . . .	-	-	-	2784	3885	5521	5993	1180	- -	
	No. 313. . . .	-	-	-	1652	1745	3900	6559	1939	- -	
	No. 314. . . .	-	-	-	3539	3728	3917	4578	1180	- -	
	Summa	-	-	-	14155	24505	37547	48947	12579	- -	
	Durchschnittlich pro Quadratzoll .	-	-	-	1769	3063	4693	6118	1572	- -	
	Der Mildenburger ohne Unterlagen zerdrückte Sandstein trug pro Quadratzoll bei 4 Zoll Höhe:										
	No. 315. . . .	-	-	-	3445	3728	5332	6622	2464	- -	
	Der beinahe 3 Zoll hohe Stein dieser Steinart, ohne Unterlagen zerdrückt, trug pro Quadratzoll:										
	No. 316. . . .	-	-	-	5286	5286	6292	7406	3104	- -	
	Der eben so hohe Stein mit Sandlagern oben und unten zerdrückt leistete Widerstand pro Quadratzoll:										
	No. 317. . . .	-	-	-	6124	6124	9648	10373	- -	- -	Die Mörtelfugen si hier also nützlich.
	Die beiden aufs Haupt gestellten 4 und 5 Zoll hohen Steine trugen pro Quadratzoll:										
	No. 318. . . .	-	-	-	1935	1935	3067	3728	1086	- -	Diese Steine trug folglich aufs Haupt- stellt nur etwa ein Di tel der Last, die sie ihrem natürlichen I ger tragen können.
	No. 319. . . .	-	-	-	1761	1761	1761	2566	- -	- -	
	Summa	-	-	-	3696	3696	4828	6294	1086	- -	
	Durchschnittlich pro Quadratzoll:	-	-	-	1848	1848	2414	3147	1087	- -	
	Die beiden mit Mörtel verbundenen Steine aufeinander trugen pro Quadratzoll Druckfläche:										
	No. 320. . . .	-	-	-	6772	6722	9144	9144	6627	- -	
	Die beiden aufs Haupt gestellten 3 Zoll hohen Flohnheimer Sandsteine trugen pro Quadratzoll:										
	No. 338. . . .	-	-	-	923	1426	2181	2768	- -	- -	
	No. 339. . . .	-	-	-	1091	2265	3607	3607	- -	- -	
	Summa	-	-	-	2014	3691	5788	6375	- -	- -	
	Durchschnittlich pro Quadratzoll:	-	-	-	1007	1845	2884	3187	- -	- -	

Laufende No. / Stein-Arten und Fund-Ort. Art, wie sie unter die Presse gebracht wurden.	Dimensionen in Preufsischen Zollen. Länge.	Breite.	Höhe.	Gewichte, bei welchen man die Trennung hörte, ehe sich Risse zeigten. Pr. Pfd.	Gewichte, durch welche feine Risse entstanden, die nur so eben sichtbar wurden. Pr. Pfunde.	Gewichte, bei welchen sich die entstandenen Risse bis auf 1/16 Linie erweiterten. Pr. Pfunde.	Gewichte, welche die Zerstörung der Steine bewirkten. Pr. Pfd.	Gewichte, bei welchen die Ecken absprangen, oder sich einzelne Flächen abschälten. Pr. Pfunde.	Compression des Steines, unmittelbar vor der Zerstörung beobachtet, wo es möglich war, in Pr. Linien.	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen.
Die 4 oder beinahe 4 Zoll ohne Unterlagen zerdrückten Flohnheimer Sandsteine trugen pro Quadratzoll Druckfläche:										
No. 321. . . .	-	-	-	1557	1557	1840	2360	- -	- -	Aus diesen Resultaten der Widerstände der drei verschiedenen Arten des bunten Sandsteines geht hervor, dafs der Mildenburger der festeste ist, dafs darauf der Triersche Sandstein und zuletzt der Flohnheimer folgt. Der Sandstein, welcher bei Colmar und Berg an der Algatte zu Tage kommt, ist aber noch fester als der Triersche. Und der bei Saarlouis ausgehende steht mit seiner Festigkeit d. guten Trierschen nach. Auch fällt seine Farbe schon ins Gelblichrothe.
No. 322. . . .	-	-	-	1085	1510	2595	2595	- -	- -	
No. 323. . . .	-	-	-	991	1274	2689	2689	- -	- -	
No. 324. . . .	-	-	-	1463	1510	1651	2218	- -	- -	
No. 325. . . .	-	-	-	1746	2973	3444	3444	- -	- -	
No. 326. . . .	-	-	-	1180	1413	2076	2595	- -	- -	
No. 327. . . .	-	-	-	897	1179	1985	3634	- -	- -	
No. 328. . . .	-	-	-	1274	1463	2690	3526	- -	- -	
No. 329. . . .	-	-	-	803	1088	2784	2963	2124	- -	
No. 330. . . .	-	-	-	1369	1558	1935	2548	- -	- -	
No. 331. . . .	-	-	-	270	240	711	3748	- -	- -	
No. 332. . . .	-	-	-	1746	2501	3351	3351	- -	- -	
No. 334. . . .	-	-	-	872	2279	2279	3235	- -	- -	
Summa	-	-	-	16285	20200	29969	38928	2124	- -	
Durchschnittlich pro Quadratzoll .	-	-	-	1253	1554	2305	2994	2124	- -	
Die 4 Zoll hohen auf das Haupt oder mit den natürlichen Lagern vertikal gestellten Flohnheimer Steine trugen pro Quadratzoll:										
No. 335. . . .	-	-	-	2029	2124	2218	2312	1274	- -	Der Flohnheimer Stein trägt daher beinahe eben soviel auf dem Haupte, als auf den Lagern.
No. 336. . . .	-	-	-	1085	1322	2029	2595	- -	- -	
No. 337. . . .	-	-	-	991	1180	2312	2973	- -	- -	
Summa	-	-	-	4105	4626	6559	7880	1274		
Durchschnittlich pro Quadratzoll .	-	-	-	1368	1542	2186	2626	1274	- -	
Die beinahe 4 Zoll hohen mit Unterlagen von Bleiplatten zerdrückten Steine dieser Art trugen pro Quadratzoll:										
No. 340. . . .	-	-	-	1934	1934	3633	3916	- -	- -	Die Bleiplatten haben daher gar keinen vortheilhaften Einfluſs auf die Widerstände dieser Steinart.
No. 341. . . .	-	-	-	2218	2218	2407	2596	- -	- -	
Summa	-	-	-	4152	4152	6040	6512	- -	- -	
Durchschnittlich pro Quadratzoll .	-	-	-	2076	2076	3020	3256	- -	- -	
Der 5½ Zoll hohe ohne Unterlagen zerdrückte Stein dieser Art trug pro Quadratzoll:										
No. 333. . . .	-	-	-	872	2279	2279	3235	1022	- -	
Der 8 Zoll hohe ohne Unterlagen zerdrückte Flohnheimer Sandstein trug pro Quadratzoll Widerstandsfläche:										
No. 343. . . .	-	-	-	366	648	1427	1615	775	- -	
Der 8 Zoll hohe auf Bleiplatten zerdrückte Stein dieser Art leistete einen Widerstand pro Quadratzoll:										
No. 342. . . .	-	-	-	318	1781	1781	1970	318	- -	
Zusammenstellung.										
Trierscher Sandstein, 4 Zoll hoch,	-	-	-	1769	3063	4693	6118	1572	- -	Ohne Unterlagen.
Mildenburger Sandstein, 4 Zoll hoch,	-	-	-	3445	3728	5332	6622	2464	- -	Desgl.
Desgl., 3 Zoll hoch,	-	-	-	5286	5286	6292	7406	3104	- -	Desgl.
Desgl., 3 Zoll hoch,	-	-	-	6124	6124	9648	10373	- -	- -	Mit Sandlagern.
Desgl. aufs Haupt gestellt, 4 u. 5 Zoll,	-	-	-	1848	1848	2419	3147	1086	- -	Ohne Unterlagen.
Desgl., zwei Steine aufeinander, . .	-	-	-	6772	6772	9144	9144	6627	- -	Mit Mörtel zwischen beiden, oben und unten Sand.
Flohnheimer Sandstein, 3 Zoll hoch,	-	-	-	1007	1845	2884	3187	- -	- -	Aufs Haupt gestellt ohne Unterlagen.

Laufende No.	Stein-Arten und Fund-Ort. Art, wie sie unter die Presse gebracht wurden.	Dimensionen in Preufsischen Zollen. Länge.	Breite.	Höhe.	Gewichte, bei welchen man die Trennung hörte, ehe sich Risse zeigten. Pr. Pfd.	Gewichte, durch welche feine Risse entstanden, die nur so eben sichtbar wurden. Pr. Pfunde.	Gewichte, bei welchen sich die entstandenen Risse bis auf $\frac{1}{10}$ Linie erweiterten. Pr. Pfunde.	Gewichte, welche die Zerstörung der Steine bewirkten. Pr. Pfd.	Gewichte, bei welchen die Ecken absprangen, oder sich einzelne Flächen abschälten. Pr. Pfunde.	Compression des Steines, unmittelbar vor der Zerstörung beobachtet, wo es möglich war, in Pr. Linien.	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen
	Flohnheimer Sandstein, 4 Zoll hoch,	-	-	-	1253	1554	2305	2994	2124	- -	Ohne Unterlagen auf d. natürlichen Lager.
	Desgl. aufs Haupt, 4 Zoll hoch . .	-	-	-	1368	1542	2186	2626	1274	- -	Desgl.
	Desgl. aufs Lager, 4 Zoll hoch, . .	-	-	-	2076	2076	3020	3256	- -	- -	Mit Bleiplatten oben und unten.
	Desgl., 5½ Zoll hoch,	-	-	-	872	2279	2279	3235	1022	- -	Ohne Unterlagen.
	Desgl., 8 Zoll hoch,	-	-	-	366	648	1427	1615	775	- -	Desgl.
	Desgl., 8 Zoll hoch,	-	-	-	318	1781	1781	1970	318	- -	Mit Bleiplatten oben und unten.

Da diese Steinarten alle zu derselben Formation gehören, so könnten alle auf ihren natürlichen Lagern zerdrückten Exemplare zusammengenommen und ein Durchschnittsresultat daraus gezogen werden, da aber ihre Widerstände so sehr verschieden sind, so ist dies hier nicht geschehen.

§. 19.

Tab. XIX. Gut gebrannte, aber nicht verglasete Ziegelsteine, aus dem bei Coblenz aufgeschwemmten fetten Lehm gebrannt.

344.	Zwei Ziegelsteine durch Mörtel mit einander verbunden. Oben u. unten Sandlager.	5	5	4½	9320	9320 Einer, 21396 noch einer.	22905 Beide.	27435	Keine.	2	Mit 15860 Pfd. drückte sich der zwischen den Ziegeln befindliche Mörtel zusammen; der 1 Jahr alt war. In Ziegelgries verwandelt.
345.	Desgl.	5	5	4	8305	8305 Ein Rifs, 12835 noch drei.	17364 Alle.	24160	Desgl.	1	Mit 17364 Pfd. wie der vorige.
346.	Desgl.	5	5	3⅚	5285	5285 Ein Rifs.	12842	14354	Desgl.	Nicht zu beobachten.	Mörtel u. Stein wurden gleichzeitig zerstört, weil dies. Stein keine so rothe Farbe hatte als die vorigen, folglich weniger gut gebrannt war.
347.	Desgl.	5	5	4½	5285	5285 Einer, 8305 noch einer.	9816	15855	Desgl.	Desgl.	Desgl.
348.	Desgl.	5	5	4	10824	10824	20305	20305	Desgl.	¼	Mit 15860 Pfund drückte sich der Mörtel zusammen, sonst alles wie No. 344.
349.	Desgl.	5	5	$4\frac{1}{12}$	11330	11330 Vier Risse.	35484 Alle erweitert.	43035	Desgl.	1	Mit 18875 wurde d. Mörtel in eine eben so feste Masse zusammengeprefst, wie die Ziegelsteine selbst. Dieser Stein war beinahe ganz verglaset u. hatte eine dunkelblaurothe Farbe.
350.	Desgl.	5	5	4	23408	24915	32465	55115	Desgl.	Nicht beobachtet.	Wie der vorige.

Laufende No.	Steinart und Höhe der zerdrückten Exemplare.	Gewichte, bei welchen man die Trennung hörte, ehe sich Risse zeigten. Pr. Pfd.	Gewichte, durch welche feine Risse entstanden, die nur so eben sichtbar wurden. Pr. Pfunde.	Gewichte, bei welchen sich die entstandenen Risse bis auf $\frac{1}{10}$ Linie erweiterten. Pr. Pfunde.	Gewichte, welche die Zerstörung der Steine bewirkten. Pr. Pfd.	Gewichte, bei welchen die Ecken absprangen, oder sich einzelne Flächen abschälten. Pr. Pfunde.	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen.
	Nehmen wir diese Ziegel, welche beinahe alle 4 Zoll Höhe hatten, zusammen, so erhalten wir pro Quadratzoll:						
	No. 344.	373	614	916	1097	- -	
	No. 345.	332	423	694	966	- -	
	No. 346.	211	211	514	574	- -	
	No. 347.	211	271	392	634	- -	
	No. 348.	433	433	812	812	- -	
	No. 349.	453	453	1419	1721	- -	
	No. 350.	936	996	1298	2205	- -	
	Summa	2949	3401	6045	8009	- -	
	Durchschnittlich pro Quadratzoll	421	486	863	1144	- -	

§. 20.

Tab. XX.

Wenn wir alle geprüften Steinarten zusammen nehmen, so erhalten wir die nachstehende Tabelle ihrer Widerstandsfähigkeiten, im mittlern Durchschnitt pro Quadratzoll Druckfläche.

I.	Grauwacke, 2 Zoll hoch,	7585	8121	9695	11192	8963	
	- - 3 - -	6176	6569	7201	9595	8559	
	- - 4 - -	8069	8184	8838	10040	8998	
	- - 5 - -	3906	4318	4551	6829	6380	
	- - 6 - -	1416	1631	2698	6421	8896	
	Durchschnitt aller	5490	5765	6597	8815	7159	
	Ohne Unterlagen	5037	5789	5948	7747	6198	
	Sandlager	7004	7531	8449	9988	9005	
	Bleiplatten	4684	5191	5735	9934	7912	
II.	Übergangs-Thonschiefer, 3 Zoll hoch,	4164	4164	5471	6287	5582	
	4 - -	3480	3486	4085	5900	4240	
	5 - -	1891	2012	3098	4130	2661	
	6 - -	1594	1689	2008	3619	2082	
	Durchschnitt aller	2782	2838	3665	4984	3641	
	Ohne Unterlagen, 3 u. 4 Z. hoch,	2769	2928	3883	4698	4233	
	- - - 5 u. 6 - -	1763	1844	2654	3681	2701	
	Mit Sandlagern, 3 u. 4 Z. hoch,	5031	5225	6268	7689	6139	
	- - - 6 Zoll hoch,	1484	1813	2169	4177	1616	
	Die Lager vertikal . . .	3636	3752	4277	4900	4900	
III.	Übergangskalk, 2 Zoll hoch,	1038	1181	3869	6156	4309	
	- - - 4 - -	3085	3151	5918	8378	7406	
	- - - 5 - -	1748	1748	5372	7718	4714	
	Durchschnitt aller	1957	2026	5053	7751	5476	
IV.	Kieselschiefer aus dem Soonwalde, 2 Zoll hoch,	9815	9815	17969	26183	- -	Unterlagen von Bleiplatten.
	Desgl., beinahe 4 - -	3678	3678	4453	11344	- -	Feine Sand-Unterlagen.
	Desgl., beinahe 4 - -	3723	3824	4635	11514	- -	Ohne Unterlagen irgend einer Art.
V.	Quarz aus der Umgegend von von Coblenz, 2 Zoll hoch,	2823	3512	5206	7332	- -	Theils mit, theils ohne Unterlagen. Siehe die Versuche.
	Desgl., 3 - -	2919	2919	3926	9053	- -	Oben und unten Bleiplatten.
	Desgl., 4 - -	3926	3926	4261	5268	- -	Desgl.
	Im Durchschnitte alle . .	3023	3348	4835	7275	- -	Ohne Unterlagen, mit Sandlagern, mit Bleiplatten.

Laufende No.	Steinart und Höhe der zerdrückten Exemplare.	Gewichte, bei welchen man die Trennung hörte, ehe sich Risse zeigten. Pr. Pfd.	Gewichte, durch welche feine Risse entstanden, die nur so eben sichtbar wurden. Pr. Pfunde.	Gewichte, bei welchen sich die entstandenen Risse bis auf $\frac{1}{10}$ Linie erweiterten. Pr. Pfunde.	Gewichte, welche die Zerstörung der Steine bewirkten. Pr. Pfd.	Gewichte, bei welchen die Ecken absprangen, oder sich einzelne Flächen abschälten. Pr. Pfunde.	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen
VI.	Schaalstein aus dem Nassauischen, 2 Zoll hoch,	6193	6193	7586	9213	4526	
	4 - -	2010	3016	4357	5997	- -	
	6 - -	1516	1516	1938	4592	1330	
	Im Durchschnitt alle . . .	2933	3445	4560	6450	2928	
VII.	Porphyr an der Lahn und der Aar, 3 Zoll hoch,	1034	4044	4454	9687	3012	Ohne Unterlagen.
	4 - -	1463	2532	3538	10277	1274	Desgl.
	6 - -	3922	4507	6430	6647	- -	Zwei Steine auf einander mit Sandlagern und Bleiplatten. Siehe die Versuche.
	Durchschnitt der 3 u. 4 Z. hohen	1248	3288	3996	9982	2143	Ohne Unterlagen.
VIII.	Porphyr von der Nahe, 3 Zoll hoch,	2471	4118	4850	6497	2654	Ohne Unterlagen.
	4 - -	2062	2452	4522	7359	3083	Desgl.
	Desgl. .	4105	4105	5521	6465	- -	Sandlager oben und unten.
	Desgl. .	4551	4824	6050	7393	- -	Bleiplatten oben und unten.
	Desgl. .	2751	3187	5158	6109	2689	Aufs Haupt gestellt.
	Desgl. .	4671	6370	7620	8966	8258	Desgl., aber oben und unten Bleiplatten.
	5 Zoll hoch,	2989	2989	3936	5255	997	Ohne Unterlagen auf seine natürliche Lager.
	Desgl., 2 Steine auf einander, 7 Zoll hoch,	8889	11355	11355	11355	8889	Oben, unten und in der Mitte Bleiplatten.
	Mittlerer Widerstand aller .	2991	3428	5217	7097	3122	Theils mit, theils ohne Unterlagen.
IX.	Trachit, 4 Zoll hoch, . .	1640	1858	2508	3866	2787	Ohne Unterlagen.
	Desgl.	1576	1822	4382	8515	5367	Oben und unten Bleiplatten.
	Desgl.	3442	4489	5737	7049	- -	Aufs Haupt gestellt, ohne Unterlagen.
	Desgl., 2 Steine auf einander, $7\frac{5}{8}$ Zoll hoch,	1900	2827	3151	3791	1745	Oben, unten und zwischen beiden Bleiplatten.
	Durchschnitt der einzelnen zerdrückten Steine, 4 Zoll hoch,	1656	1981	2941	4527	3432	Theils aufs Lager, theils aufs Haupt. Siehe die Versuche.
X.	Basalt, 4 Zoll hoch, . .	5167	5945	6252	10497	1463	Ohne Unterlagen.
XI.	Basaltisches Lava ähnliches Gestein, welches zwischen Coblenz, Andernach und Mayen gefunden wird. Viereckige Prismen. Steinbrüche bei Eich. 2 Zoll hoch,	3705	4180	6529	8420	- -	Ohne Unterlagen.
	Desgl. .	2768	2936	4583	5831	4867	Sandlager oben und unten.
	Desgl. .	3473	3558	5556	7126	4867	Mit u. ohne Sandlager. Durchschnitt der vorigen.
	3 Zoll hoch,	4145	4691	6348	6751	3945	Ohne Unterlagen.
	4 - -	2199	2519	3766	4822	2890	Desgl.
	Desgl. .	2689	2689	3728	4483	3539	Auf Sandlagern oben u. unten.
	Desgl. .	2973	2973	5112	6323	3922	Bleiplatten oben und unten.
XII.	Durchschnitt aller 4 Zoll hohen	3165	3490	5065	5864	3070	Theils mit, theils ohne Unterlagen. Siehe die Versuche.

Laufende No.	Steinart und Höhe der zerdrückten Exemplare.	Gewichte, bei welchen man die Trennung hörte, ehe sich Risse zeigten. Pr. Pfd.	Gewichte, durch welche feine Risse entstanden, die nur so eben sichtbar wurden. Pr. Pfunde.	Gewichte, bei welchen sich die entstandenen Risse bis auf 1/10 Linie erweiterten. Pr. Pfunde.	Gewichte, welche die Zerstörung der Steine bewirkten. Pr. Pfd.	Gewichte, bei welchen die Ecken absprangen, oder sich einzelne Flächen abschälten. Pr. Pfunde.	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen.
	Cylindrische Steine, 3 Zoll hoch,	2866	4208	8343	8343	3261	Ohne Unterlagen.
	- - - 6 - -	5105	6526	7712	7812	5154	
	- - - 8 - -	5107	8776	8776	10733	5047	
	- - - 9 - -	6177	6787	6787	6787	- -	
	- - - 10 - -	4155	6251	6871	6371	3851	
	- - - 2 - -	1623	1623	3907	4208	- -	
	- - - 4 - -	4632	6255	7217	7487	4027	
	- - - 10 - -	6672	6672	6672	6672	- -	Feine Sandlager oben u. unten.
	- - - 8 - -	5232	6912	8997	8997	6912	
	2 oder 3 Steine aufeinander	3284	3325	3385	3505	2825	
	Eben solches Gestein aus den Brüchen von Nieder-Mendig, 2 Zoll hoch,	2325	2325	3473	10328	1725	Ohne Unterlagen.
	3 - -	3607	4614	4949	5621	- -	
	4 - -	2847	3741	4755	5121	2277	
	5 - -	3174	4179	5274	6269	3538	
	6 - -	3701	5243	6599	6858	4295	
	2 Steine aufeinander, 4 Z. hoch,	1751	2189	5104	6614	4289	
	3 - - - - 6 - -	2054	2919	3745	3745	- -	
	Cylindrische Steine, 6 Z. hoch,	5370	7596	7596	7596	5539	
	Eben solches Gestein bei der Moselbrücke z. Coblenz, 2 Z. hoch,	2758	4792	6551	9417	- -	Ohne Unterlagen.
	3 - -	3772	3094	3627	5767	- -	
	4 - -	2878	3138	3695	4943	1651	
	2 Steine aufeinander . . .	4571	4759	4759	4759	2941	Zwischen beiden Mörtel, oben und unten Sand.
	Basaltisches Gestein vom Camillenberge, 3 Zoll hoch, .	1762	1762	2433	2433	- -	
	4 - - .	2525	2525	2525	2525	1762	
	5 - - .	2385	2446	2446	2748	- -	
	Cylindrischer Stein, 5 Zoll hoch,	1809	1809	2424	2732	1577	
XII.	Tufsteine von Weib, 3 Zoll hoch,	948	948	1177	1177	- -	Theils mit, theils ohne Unterlagen. Man sehe die Versuchstabelle.
	- - - - 4 - -	803	1032	1421	1728	1010	
	- - - - 6 - -	671	756	1233	1430	571	
	- - - - 8 - -	301	611	859	964	372	
	Desgl. von Bell, 5 Zoll hoch,	1631	1649	1794	2206	1733	Ohne Unterlagen.
	- - - 6 - -	1368	1449	1569	1732	686	
	- - - 7 - -	1651	1684	1812	2255	1329	
	- - - 8 - -	1973	1973	2669	2488	1114	
	Die reichsten und feinsten Tufsteine, welche in dieser Gegend gefunden werden. Viereckige. 3 Zoll hoch. . .	1006	1006	1650	1789	- -	Ohne Unterlagen.
	4 - - . .	1620	1620	1840	1934	1219	
	6 - - . .	231	386	999	1362	766	
	Cylindrische Steine, 4 Zoll hoch,	1499	1499	1499	1499	1499	
	- - - - 6 - -	3274	3274	3274	3274	1322	
	Zwei solcher Steine neben einander, 3 Zoll hoch, . .	710	710	1132	1636	- -	

Laufende No.	Steinart und Höhe der zerdrückten Exemplare.	Gewichte, bei welchen man die Trennung hörte, ehe sich Risse zeigten. Pr. Pfd.	Gewichte, durch welche feine Risse entstanden, die nur so eben sichtbar wurden. Pr. Pfunde.	Gewichte, bei welchen sich die entstandenen Risse bis auf $\frac{1}{10}$ Linie erweiterten. Pr. Pfunde.	Gewichte, welche die Zerstörung der Steine bewirkten. Pr. Pfd.	Gewichte, bei welchen die Ecken absprangen, oder sich einzelne Flächen abschälten. Pr. Pfunde.	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen.
XIII.	Quarzconglomerat,						
	4 Zoll hoch,	3869	4176	5084	5709	- -	Aufs Lager.
	Desgl. .	987	987	1607	1607	- -	Aufs Haupt.
XIV.	Trafsstein von Pleidt. Viereckig, 3 Zoll hoch, . .	765	765	1296	1632	- -	Alle auf dem Lager.
	5 - - . .	933	933	1163	1424	- -	
	6 - - . .	529	529	729	981	- -	
	Cylindrischer Stein, 6 Zoll hoch,	1962	1962	2347	2347	1039	Ohne Unterlagen.
XV.	Flötzgebirge.						
	Muschelkalk, 3 Zoll hoch, .	2812	3552	4909	9180	2752	Auf dem Lager.
	Wellenkalk, 5 Zoll hoch, .	2815	2815	3668	8043	3504	
	- - 4 - - .	2350	3269	4141	9291	2832	
XVI.	Keuper Sandstein (*Grès de Luxembourg*), 3 Zoll hoch,	2205	2877	3870	4423	2595	Desgl.
	4 - -	1565	2227	2988	3781	1618	
	5 - -	1454	2326	2684	3641	1917	
XVII.	Gryphitenkalk, 3 Zoll hoch,	4255	4973	5939	7860	4818	Desgl.
	4 - -	2316	3044	4463	6907	2399	
XVIII.	Bunter Sandstein (*Grès bigarré, red Incestone*). Aus der Umgegend von Trier.						
	4 Zoll hoch.	1769	3063	4693	6118	1572	
	Vom Main, 4 Zoll hoch, .	3445	3728	5332	6622	2464	Ohne Unterlagen.
	- - 3 - - .	5286	5286	6292	7406	3104	Desgl.
	- - 3 - - .	6124	6124	9648	10373	- -	Bleiplatten oben und unten.
	- - 4 und 5 Zoll hoch,	1848	1848	2419	3147	1086	Aufs Haupt, ohne Unterlagen.
	2 Steine aufeinander, 5 Z. hoch,	6772	6772	9144	9144	6627	Mörtel zwischen beiden, oben und unten Sandlager.
	Von Flohnheim, 3 Zoll hoch,	1007	1845	2884	3187	- -	Ohne Unterlagen.
	- - - 4 - -	1253	1554	2305	2994	2124	
	- - - 4 - -	1368	1542	2186	2626	1274	Aufs Haupt, ohne Unterlagen.
	- - - 4 - -	2076	2076	3020	3256	- -	Aufs Lager, oben und unten Bleiplatten.
	- - - 5½ - -	872	2279	2279	3235	1022	Ohne Unterlagen.
	- - - 8 - -	366	648	1427	1615	775	Desgl.
	- - - 8 - -	318	1781	1781	1970	318	Oben und unten Bleiplatten.
XIX.	Ziegelsteine, 4 Zoll hoch,	421	486	863	1144	- -	Oben und unten Sandlager und zwischen beiden Sand.

(Der Schlufs folgt.)

3.

Practische Abhandlung über Dampfwagen auf Eisenbahnen.

(Vom Herrn Chev. *F. M. G. de Pambour.*)

Der vollständige Titel dieser so eben (Anfangs 1836) zu London erschienenen Schrift ist in seiner ganzen, nach der Gewohnheit englischer Bücher etwas beträchtlichen Länge folgender:

A practical Treatise on locomotive engines upon railways; a work intended to show the construction, the mode of acting, and the effect of those engines in conveying heavy loads; to give the means of ascertaining, on an inspection of the machine, the velocity with which it will draw a given load, and the results it will produce under various circumstances, and in different localities; to determine the quantity of fuel and water it will require; to fix the proportions which ougth to be adopted in the construction of an engine, to make it answer any intended purpose etc. With practical tables, giving at once the results of the formulae; founded upon a great many new experiments, made on a large scale, in a daily practice on the Liverpool and Manchester railway, with many different engines and considerable trains of carriages. To which is added an appendix, showing the expense of conveying goods by locomotive engines on railroads. By the Chev. F. M. G. de Pambour, formerly a student of the Ecole polytechnique, late of the royal artillery, on the staff, in the French service, knight of the royal ordre of the Legion d'honneur etc. during a residence in England for scientific purposes. London: published by John Weale, architectural library, 59, High-Holborn. 1836.

Die Schrift giebt aber in der That nicht allein, was der Titel verspricht, sondern sie handelt auch ihren Gegenstand wirklich practisch und wissenschaftlich zugleich ab: nicht blofs empyrisch, und auch nicht blofs mathematisch. Sie hält sich an der Erfahrung und wendet auf dieselbe die Mathematik nur so an, wie es in solchen Fällen immer geschehen sollte, nemlich von derselben nicht sowohl die Form und Formeln, sondern den Geist. Dabei hat sie das Verdienst grofser Deutlichkeit, ohne dieselbe in der Weitschweifigkeit zu suchen, wo sie nicht zu finden ist. Sie läfst sich, weder absichtlich, noch aus Bequemlichkeit, Undeutlichkeit zu Schul-

den kommen, sondern erzählt dem Leser in einfachen und schlichten Worten, was ihm zu wissen nöthig ist.

Die Schrift ist also als ein gutes Werk in seiner Art zu betrachten. Und da nun ihr Gegenstand das allgemeine Interesse, besonders auch die Geld-Interessen, in gegenwärtiger Zeit in so überaus hohem Grade in Anspruch genommen hat, so glaubt der Herausgeber dieses Journals, dafs es den Lesern desselben angenehm sein werde, wenn er ihnen den Inhalt der Schrift in deutscher Sprache zuführt. Anfangs hatte er die Absicht, nur einen Auszug des Buches auf diesem Wege mitzutheilen; allein er fand beim Durchlesen desselben bald, dafs ein Auszug, ohne Wesentliches wegzulassen, nicht wohl möglich sei. Er giebt also die Schrift ohne alle Weglassungen, und wird, wo es ihm nöthig scheint, einige kurze Bemerkungen hinzufügen. Diese Anmerkungen werden, wie es in diesem Journale gewöhnlich ist, eingeschlossen in eckige Klammern und jedesmal am Ende mit D. H. bezeichnet, des besseren Ansehens wegen, nicht *unter* sondern *in* den Text gesetzt werden.

Gewöhnlich hat dieses Journal, in der letzten Zeit, bei Mittheilung des Inhalts fremdländischer Schriften, die fremden Maafse, Gewichte und Münzen sogleich auf Preufsische reducirt, was zur Bequemlichkeit des Lesers wesentlich nöthig zu sein scheint; denn ohne eine solche Reduction ist die Übertragung einer technischen Schrift aus einer fremden Sprache sogar sehr unvollständig, und die Übertragung der fremden Maafse etc. kann selbst noch nöthiger sein, als die der Worte. Die Reduction wird also auch hier geschehen; jedoch werden die fremden Maafse etc. da beibehalten werden, wo es nur mehr auf *Vergleichungen* als auf absolute Zahlen ankommt, weil in solchen Fällen die durch die Reduction entstehenden Brüche nur beschwerlich sein würden, die *Vergleichung* aber, ohne die Reduction, dieselbe bleibt. Absolute Zahlen von Maafsen, Gewichten und Münzen dagegen werden reducirt werden. Man wolle, wo bei solchen Zahlen nicht ausdrücklich Anderes bemerkt ist, überall *Preufsisches* Maafs, Gewicht und Geld verstehen. Gerechnet hat man, nach Eytelwein und Nelkenbrecher:

1 Fufs Englisch zu 0,971145 Preufsische Duodecimal-Fufs;
1 Meile Englisch zu 427,3 Preufs. Ruthen;
1 Pfund Englisch zu 0,96792 Pfund Preufsisch;
1 Tonne oder 2240 Pfund Englisch *avoir du poids* Gewicht zu 19,71037 Centner Preufsisch;
1 Pfd. Sterling zu 6 Rthlr. 20 Sgr.

Die Englischen Benennungen technischer Gegenstände werden in der Übersetzung, neben den Deutschen, in Klammern, bemerkt werden; was vielleicht einigen Lesern für andere Fälle nützlich und angenehm sein könnte.

Berlin, im März 1836.

Der Herausgeber.

Einleitung.

Es giebt noch keine eigene Schrift über Dampfwagen *(locomotive engines)*. Wood, in „*A practical Treatise on Railroads, and interior communication in general; 1st edit. London 1825, and 2d edit. London 1832*" und Tredgold in „*A practical Treatise on Railroads and Carriages, London 1825*" haben zwar in England den Gegenstand berührt, aber nur als dem Hauptobjecte ihrer Schriften, den Eisenbahnen, untergeordnet. Aufserdem schrieben beide zu einer Zeit, wo die Kunst, Dampfwagen zu bauen, noch erst im Entstehen war. Ihre Ideen und Berechnungen, und selbst die Versuche, welche sie beschrieben, passen kaum noch zu dem, was wir jetzt sehen, und können folglich Denen, welche eine nähere Kenntnifs von Dampfwagen und ihrer Benutzung auf Eisenbahnen zu erlangen wünschen, von keinem Nutzen mehr sein. [„Freilich möchte zwar „auch wohl jetzt die Kunst, Dampfwagen zu bauen, noch nicht zur Voll-„kommenheit gediehen sein; noch weniger die Kunst, die Kraft der Dämpfe, „oder andere Naturkräfte überhaupt, auf das Vortheilhafteste zum Transport „von Lasten zu benutzen. Indessen mufs man, um wo möglich weiter „zu gelangen, zunächst mit Demjenigen sich bekannt machen, was bis auf „die neueste Zeit gefunden und erprobt worden ist." D. H.]

Manches war bis jetzt noch gar nicht, Anderes unrichtig berücksichtigt worden. Es waren fernere Untersuchungen nothwendig. Man wird daher den Inhalt der gegenwärtigen Schrift von dem der bisherigen Schriften über denselben Gegenstand ganz abweichend finden. Die Schrift wird durchweg nur von der Erfahrung ausgehen. Der Verfasser hat die Versuche, auf welche er sich beziehen wird, durchaus selbst, nach einem neuen Plane und zu seinen eignen Zwecken angestellt. Theorieen werden *nur* auf diese Versuche gegründet werden.

Sollte es beim ersten Blick auffallend scheinen, dafs behauptet wird, es existire noch keine Theorie der Dampfwagen: so wird das Bedenken schwinden, wenn man erwägt, dafs im Allgemeinen die Theorie der Dampf-

maschinen überhaupt, noch keineswegs vollendet ist. Man sollte zwar glauben, es sei über eine Maschine, deren Gebrauch jetzt schon so allgemein geworden und deren Wichtigkeit so sehr groſs ist, längst Alles gesagt und jede nur zu wünschende Erläuterung gegeben worden. Aber daran fehlt viel; und sogar die Art der Wirkung des Dampfes in den Maschinen ist noch keineswegs hinreichend erforscht. Da es nun selbst hieran noch fehlt, so war auch noch natürlich jede treffende theoretische Berechnung unmöglich. Nur Voraussetzungen traten bis jetzt an die Stelle von Thatsachen. Wir haben geschickte Mathematiker analytische Formeln über die Bewegung der Kolben der Dampfmaschinen aufstellen sehen, welche vollkommen richtig sein würden, wenn sich alles, worauf es ankommt, wirklich so, wie sie es annahmen, verhielte; aber da ihre Voraussetzungen nicht richtig waren, so fielen auch die Formeln, der Wirklichkeit gegenüber, wiederum in Nichts zusammen. [„So ist wohl es mit vielen sogenannten Anwendungen der Mathematik auf technische und ähnliche Gegenstände. Die Rechnungen können sehr gut und richtig sein; aber gerade „deshalb, weil sie es sind: weil sie in sich so überaus streng richtig und „consequent sind, sind die Resultate um so gewisser falsch, sobald die „Voraussetzungen falsch oder unvollständig sind. Alle in Betracht kommenden Umstände aber in der Rechnung zu berücksichtigen, ist meistens theils nicht möglich; theils sind gewöhnlich jene Umstände nicht „sämmtlich bekannt. Es ist daher eine sehr zweifelhafte Sache um den „Werth solcher Anwendungen. Der Mathematik nutzen sie nur zufällig, „und in der Technik *schaden* sie leicht sehr. Um die Mathematik und „um ihren Werth stände es sogar miſslich, wenn es wahr wäre, wie man „zuweilen äuſsern hört, daſs einer ihrer *Haupt*zwecke und ein *Haupt*nutzen derselben, in solchen Anwendungen bestehe. Glücklicherweise „ist es nicht so. Der wahre Hauptzweck und der Hauptnutzen der Mathematik ist der, den Verstand zu üben, und ihn an Consequenz zu gewöhnen. Hierin leistet die Mathematik mehr, als vielleicht irgend eine andere „Wissenschaft; und so ist ihr Zweck und ihr Nutzen, unabhängig von allen Anwendungen auf sinnliche Gegenstände, groſs und erhaben." D. H.] In der Praxis haben nun, unter solchen Umständen, die Verhältnisse der Maschinentheile nur durch wiederholte Versuche bestimmt werden können, und die Kunst der Construction tappte im Finstern und war auf Nachahmung beschränkt.

Da Dampfwagen die künstlichsten Dampfmaschinen sind, so können wir in der Beurtheilung derselben nicht vorrücken, wenn wir nicht zuvor die Dampfmaschinen überhaupt studiren. Dann aber ist hier der merkwürdige Umstand zu erwähnen, daſs von allen Dampfmaschinen die auf Wagen sich fortbewegenden diejenigen sind, welche am wenigsten zusammengesetzte Widerstände zu überwältigen haben, und deren Kraft also am leichtesten genau sich messen läſst. Dieser Umstand macht sie vorzüglich geeignet, eine Erläuterung der, allen andern Dampfmaschinen gemeinsamen Thatsachen zu gewähren. Ist einmal die Theorie der Dampfwagen hinlänglich festgestellt, so wird sie sich auch auf andere Dampfmaschinen ausdehnen lassen, und insbesondere auf Hochdruckmaschinen.

Wir dürfen uns deshalb auch schmeicheln, daſs unsere Untersuchungen, wenn auch scheinbar nur auf Dampfwagen beschränkt, dennoch zugleich auch zur Erläuterung der Hauptpuncte bei den Dampfmaschinen im Allgemeinen, beitragen werden.

Um den Zweck der gegenwärtigen Schrift näher anzuzeigen, und bemerkbar zu machen, worin sie von ihren Vorgängerinnen sich unterscheidet, wird es nöthig sein, bestimmter auf die Puncte einzugehen, über welche wir neue theoretische und practische Untersuchungen mitzutheilen haben. Es wird sich dann zeigen, daſs jene Puncte fast über den gesammten Gegenstand sich erstrecken.

Bis jetzt hat man gewöhnlich die Spannung des Dampfes im Kessel für unveränderlich gehalten. Sie wurde ein für allemal berechnet, und zwar näherungsweise, aus dem Gewicht des Ventils *(valve)*. Eine Menge von Versuchen wird indessen zeigen, wie sehr die Spannung während der Bewegung der Maschine veränderlich ist, und wie nothwendig es ist, diesen Umstand zu berücksichtigen und eine genaue Messung Statt finden zu lassen, wenn nicht die Rechnung auf ganz falschem Grunde ruhen soll.

Für die Vervollkommnung der Messung wird man in unserer Schrift eine Änderung der Federwage *(spring-balance)* vorgeschlagen finden, um die Spannung sicherer zu messen; desgleichen die Beschreibung eines tragbaren Instruments, für jede Maschine passend, zum Ersatz des Quecksilber-Spannungsmessers *(Mercurial-gauge)*.

Die Reibung der Bahnfuhrwerke wurde bis jetzt viel zu beträchtlich geschätzt. Dadurch wurde die Berechnung der Kraft der Dampf-

wagen unrichtig. Eine groſse Zahl von Versuchen mit Bahnwagen, mit und ohne Druckfedern (*springs*), vereinzelt und gekuppelt, wird den wahren Betrag der Reibung näher zeigen.

Die Reibung der Dampfwagen auf den Schienen war bis jetzt fast noch gar nicht ermittelt. Wir haben gesucht, sie durch drei verschiedene Verfahren, die einander zur Prüfung dienen können, zu finden.

Die Reibung *in* der Maschine, welche aus dem Widerstande der Last, die sie fortzieht, entsteht, war noch nie berücksichtigt worden. Wir werden über diesen Gegenstand verschiedene Versuche beibringen.

Die genaue Ermittelung der Spannung des Dampfes in den Stiefeln (Cylindern) der Maschine war nothwendig, um die Art zu erklären, wie fahrende- und Dampfmaschinen überhaupt wirken; so wie, um ihre Kraft unter den verschiedenen Umständen berechnen zu können. Unrichtige Vorstellungen über diesen Punct waren die Ursach aller jener Rechnungsresultate, die die Erfahrung nicht bestätigen wollte. Wir glauben, daſs eine einfache Erklärung dieses Punctes gewissermaſsen das gesammte Spiel der Maschinen in's Licht setzen wird.

Über die Verdampfungskraft der Maschinen gab es fast noch keine Versuche, die in Rechnung gebracht werden konnten. Gleichwohl hängt von dieser Kraft zuletzt die der Maschine selbst ab. Man wird in der gegenwärtigen Schrift zahlreiche Versuche an einer Menge von Dampfmaschinen verzeichnet finden.

Eine Formel für die Wirkung einer Maschine von bestimmten Verhältnissen, oder umgekehrt: eine Regel, nach welcher für eine bestimmte Zugkraft und Geschwindigkeit die Maaſse einer Maschine gefunden werden könnten, gab es noch gar nicht. Die bisherigen Versuche, durch welche man zu solchen Formeln und Regeln zu gelangen suchte, gaben den Erfahrungen widersprechende Resultate, weil sie nach unrichtigen Grundsätzen angestellt waren. Man hatte sogar als Regel angenommen, daſs die wirksame Kraft einer Maschine nur den dritten Theil ihrer berechneten oder theoretischen Kraft betragen dürfe, während doch offenbar nicht anders als die gesammte Kraft in der Wirkung sich offenbaren kann; und wir werden sehen, daſs es in der That sich so verhält. Diese vermeintliche Regel giebt schon einen hinreichenden Beweis der Unrichtigkeit der gebräuchlichen Rechnungen, die dann auch nur zu Übelständen in der Praxis führen konnten. Man baute Maschinen, ohne im Voraus

ihre Wirkung zu kennen. Man wird sehen, dafs sich durch Einführung eines neuen Elementes in die Rechnung, nemlich der Verdampfungskraft der Maschine, die Aufgabe auf die einfachste Weise lösen läfst. Es lassen sich so durch Rechnung und durch einfache Ausmessungen der Maschine die Zugkraft und die Geschwindigkeit eines Dampfwagens unmittelbar finden; so wie umgekehrt die zu einer bestimmten Wirkung der Maschine nothwendige Gröfse ihrer Theile. Eine grofse Menge von Versuchen, während des gewöhnlichen täglichen Verkehrs angestellt, werden die Genauigkeit der Rechnungsregeln darthun. Dies giebt denn also zugleich die Theorie aller Hochdruckmaschinen.

Auch verschiedene Nebendinge im Mechanismus der Dampfmaschinen waren noch nicht hinreichend untersucht worden. Es wird sich zeigen, dafs dieselben die Maschinen um den vierten Theil ihrer Wirkung schwächen können. Wir werden sie, und besonders das Verweilen des Gleitventils *(lead of the slide)*, der Rechnung unterwerfen, und deren Ergebnisse durch besondere Versuche rechtfertigen.

Der Widerstand in den Krümmungen einer Eisenbahn nahm ebenfalls unsere Aufmerksamkeit in Anspruch. Wir werden diejenige Form der Räder und diejenige Anordnung der Schienen zu bestimmen suchen, durch welche der Widerstand am meisten vermindert wird.

Das Verhältnifs des Bedarfs an Brennstoff *(fuel)* zur Fracht *(load)* war noch nicht näher erörtert worden, und die für dasselbe aufgestellte Regel zeigte sich der Erfahrung nicht gemäfs. Es wird solches auf verschiedene Arten näher ermittelt und die Resultate werden durch Versuche bestätigt werden.

Die auf alle diese Puncte Bezug habenden Versuche sind in grofser Zahl und an zwölf verschiedenen Maschinen angestellt worden.

In der Regel nahm man die meisten Elemente der Beantwortung der zu erörtenden Fragen aus directen Versuchen. Darauf suchte man auf diese Elemente, nach theoretischen Grundsätzen, eine Rechnung zu gründen, und dann unterwarf man die Resultate dieser Rechnung ferneren speciellen Versuchen, um die Rechnung zu prüfen. Um die gefundenen Formeln zu erörtern, sind dieselben jedesmal auf das sorgfältigste einzelnen Anwendungen unterworfen worden; und um endlich die Schrift auch für Diejenigen nutzbar zu machen, welche die Resultate ohne Rechnung

zu haben wünschen, sind nach den Formeln practische Tafeln berechnet worden, für die in der Ausübung am häufigsten vorkommenden Fälle.

Es liegt nicht in unserm Plan, eine vollständige Beschreibung der Maschinen zu geben, noch die Maafse ihrer einzelnen Theile; wir geben beides nur in so weit, als es zu unsern Zwecken nothwendig ist. Jenes würde uns zu weit führen und mehr für den Bau der Maschinen gehören. So sind denn auch die unserer Schrift beigefügten Figuren nur zur Erläuterung des Textes bestimmt. Für jeden andern Zweck würden sie zu unvollständig sein.

Auf dem unbetretenen Pfade, welchen wir zu gehen hatten, können wir leicht gefehlt haben. Wir behaupten nicht, etwas Vollkommenes geliefert zu haben, und nehmen die Nachsicht wegen etwaiger Mängel in Anspruch, die uns bei der Neuheit des Gegenstandes vielleicht zu Schulden kamen. Der Hauptzweck des Verfassers, in Beziehung auf sich selbst, war, seine Mufse durch eine seiner Neigung gemäfse Bemühung nützlich zu verwenden. Der Verfasser der gegenwärtigen Schrift, von Jugend auf zu andern Beschäftigungen vorbereitet; einer Familie angehörig, die mehrere Generationen hindurch dem Kriegswesen sich gewidmet hatte; Sohn eines Generals der Artillerie, dessen Carriere natürlich auch die seinige bestimmte, würde nicht auf den Gegenstand dieser Schrift gefallen sein, hätten nicht die erstaunlichen Wirkungen der Maschinen, welche er hier abhandelt, ihn in Verwunderung gesetzt und der unverkennbare Einflufs, den dieselben nothwendig auf die gesammte neuere Civilisation ausüben müssen, seine ganze Aufmerksamkeit in Anspruch genommen. Der Verfasser hofft, dafs seine Arbeit wenigstens weiter die Aufmerksamkeit des Publicums auf seinen Gegenstand lenken werde. Er wird sich freuen, wenn ihm Einiges gelungen sein sollte, und wenn wenigstens Andere, indem sie seine Fehler berichtigen, die Gegenstände weiter aufklären, auf welche er ihre Aufmerksamkeit zu ziehen suchte.

Alle in diesem Werke beschriebenen Versuche sind von dem Verfasser selbst angestellt worden, und zwar mit aller nur möglichen Sorgfalt und Aufmerksamkeit. Bei einigen wirkten verschiedene Ingenieurs von anerkanntem Talent und Geschicklichkeit mit, nemlich die Herren J. Locke, von der grofsen Verbindungs-Eisenbahn, und Herr King von den Liverpooler Gas-Fabriken. Wir geben die Beschreibung der Versuche mit allen ihren Details und so, dafs Jeder die Genauigkeit derselben möge er-

messen können. Wir benennen Ort und Zeit der Versuche, damit sie immer noch durch Nachschlagen der Bücher, in welchen das Gewicht der Ladungen der Wagenzüge vermerkt ist, verificirt werden können.

Wir haben es zu rühmen, dafs uns unsere Bemühungen dadurch sehr erleichtert worden sind, dafs wir von den Vorstehern der namhaftesten, auf unsern Gegenstand bezüglichen Unternehmungen in England bereitwillig die Erlaubnifs erhielten, ohne allen Vorbehalt die Werkstätten zu besuchen, alles auszumessen, alle Nachrichten über die Kostenpuncte zu sammeln und jeden uns nöthig scheinenden Versuch anzustellen. Mit Vergnügen erkennen wir auch hier die Liberalität des englischen Characters an, die uns in unsern Bemühungen so sehr förderlich war.

Besonders sind wir der Freundschaft des Herrn Hardmann Earle, eines der Directoren der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester, mit der wärmsten Erkenntlichkeit verbunden. Seine Gefälligkeit war unermüdlich. Mit allen Eigenschaften eines unterrichteten Mannes ausgerüstet, machte es ihm Vergnügen, an Untersuchungen Theil zu nehmen, die ihm zu den Fortschritten der Kunst dienlich schienen. Sämmtliche Maschinen und Wagen der Liverpooler Bahn stellte er dem Verfasser zur Disposition. Wegen der Schönheit dieser Maschinen, wegen ihrer grofsen Anzahl (denn es sind ihrer nicht weniger als dreifsig vorhanden), wegen der Sorgfalt, mit welcher man sie erhält, und wegen des unermefslichen Umfangs des Verkehrs auf der Bahn, der es möglich macht, ohne die geringste Störung zu verursachen, so grofse und so kleine Ladungen auszuwählen, als man will, ist die Liverpooler Bahn vielleicht die einzige in der Welt, auf welcher sich Versuche in grofsem Maafsstabe mit derjenigen Genauigkeit anstellen lassen, die sonst nur durch Apparate im Kleinen zu erlangen ist. Aus diesem Grunde zogen wir die Liverpooler Bahn allen andern, welche bis jetzt in Frankreich und England in Thätigkeit sind, vor.

Gleiche Bereitwilligkeit fand der Verfasser bei den Directoren der Darlingtoner Eisenbahn. Es wurden ihm von denselben auch interessante Documente in Betreff aller Arten von Reparaturen und Ausgaben bei dieser Eisenbahn mitgetheilt. Wir sind dafür insbesondere dem Herrn J. Pease, jetzigem Präsidenten der Gesellschaft, Dank schuldig; so wie auch Herrn Robert B. Dockray für seine unermüdlichen Aufmerksamkeiten.

Wir sind unsern Gegenstand mit dem angelegentlichsten Interesse, und, wir möchten fast sagen, mit einem wahren Enthusiasmus, wie er ihn in

uns erregte, zu durchforschen bemüht gewesen. Welch ein Gegenstand der Bewundrung ist nicht auch in der That ein solcher Triumph des menschlichen Geistes! Welch ein überraschender Anblick ist nicht ein Dampfwagen, der, mit Leichtigkeit sich fortbewegend, 40 bis 50 beladene Wagen hinter sich herzieht, jeden mehr als 10000 Pfund schwer! Was sind hinfort die schwersten Lasten, für Maschinen, die solche ungeheure Gewichte fortschaffen. Und dabei verschwinden gleichsam die Entfernungen vor Fuhrwerken, welche eine Distanz von $6\frac{1}{2}$ Meilen in $1\frac{1}{2}$ Stunden durchlaufen. Der Boden entfliegt gleichsam unter unsern Augen. Bäume, Häuser, Hügel enteilen mit der Geschwindigkeit eines Pfeils. Und wenn ein Zug einem andern begegnet, so scheint sein Kommen, Nahen und Angelangtsein nur das Werk eines Augenblicks. Kaum noch sehen wir, überrascht, den Zug unter unsern Augen, so ist er auch schon wieder fern, und verschwindet bald, wie ein kleiner Fleck am Horizont.

Anderntheils: wie ermuthigend ist nicht der Erfolg dieser schönen Unternehmungen! Die Liverpooler Bahn trägt 9 pro Cent Zinsen; die Darlingtoner Bahn gleichfalls. Welches Vertrauen in die künftigen Erfolge solcher Werke mufs es nicht erwecken, wenn wir aufserdem vernehmen, dafs die Actien der Liverpooler Bahn in 4 Jahren (nemlich zur Zeit der ersten französischen Ausgabe dieses Buches, Anfangs 1835), von 100 auf 210 und die Actien der Darlingtoner Bahn von 100 auf 300 gestiegen sind! Was darf die bürgerliche Gesellschaft nicht alles für die Folge von dieser neuen Industrie erwarten, welche die Capitalien und den Ertrag des Landes durch ihren unermefslichen Einflufs auf die Beschleunigung und Wohlfeilheit der Transporte zu verzehnfachen im Stande ist!

Inhalts-Verzeichnifs.

Nach dem vorbestimmten Plane dieser Schrift, hoffen wir, werde dieselbe deutlich und methodisch ausfallen.

Wir werden mit der Beschreibung eines Dampfwagens beginnen. Darauf werden wir den Leser mit den Mitteln bekannt machen, die Spannung der Dämpfe genau zu messen, so daſs er, ehe wir weiter gehen, die Elemente kennen lernt, auf welchen die bewegende Kraft unserer Maschine beruht.

Hierauf werden wir unsere Aufmerksamkeit auf die verschiedenen Widerstände lenken, welche der Dampfwagen bei seiner Fahrt zu überwinden hat. Wir werden den Widerstand der Fuhrwerke, so wie denjenigen des Dampfwagens selbst, zu ermitteln suchen; sowohl in dem Falle, wenn er sich frei bewegt, als wenn er Bahnfuhrwerke fortzuziehen hat.

Nachdem diese Puncte festgestellt sind, werden wir zu der allgemeinen Theorie der Bewegung der Dampfwagen übergehen, und Formeln aufstellen für die einer bestimmten Ladung correspondirende Geschwindigkeit, und umgekehrt; desgleichen für die Verhältnisse der Maschinentheile zu bestimmten Zwecken.

Sodann werden wir verschiedene Nebentheile der Maschine und ihre Einwirkung auf den Effect zu untersuchen haben. Desgleichen verschiedene äuſsere Neben-Umstände.

Endlich werden wir von dem Stützpuncte der Bewegung, nemlich der Reibung der Räder auf den Schienen, zu sprechen haben. Unser letztes Capitel wird Berechnungen des für eine bestimmte Ladung nöthigen Brennstoffes enthalten.

Diese Untersuchungen werden hinreichen, die hauptsächlichsten Fragen zu lösen, welche bei Benutzung der Dampfwagen auf Eisenbahnen vorkommen können.

Es werden mehrere Unter-Abtheilungen der verschiedenen Capitel nöthig sein; so wie Berechnungen und theoretische Erörterungen, von gröſserem oder geringerem Umfange, obgleich alle einfach und leicht; desgleichen eine gröſsere oder geringere Zahl von Versuchen. Die obige Haupt-Eintheilung des Buches aber wird im Ganzen befolgt werden.

Erstes Capitel.

Beschreibung eines Dampfwagens.

Abschnitt I.

Aufzählung und Beschreibung der einzelnen Theile des Wagens.

Fig. 1. Taf. VII. stellt einen Dampfwagen von der als der besten anerkannten Einrichtung vor. [„Viele der neuesten Dampfwagen, z. B. alle „diejenigen auf der Eisenbahn zwischen Brüssel und Mecheln, aus engli„schen Fabriken, weichen von den hier vorgestellten Wagen insbeson„dere darin ab, daſs sie 6 Räder haben, nämlich, nicht bloſs vor, son„dern auch hinter den groſsen Rädern ein Paar kleinere Räder." D. H.] Der Mechanismus des Wagens ist so einfach, daſs eine kurze Beschreibung hinreichen wird, seine Bewegung zu erklären. Was etwa noch bei dieser Beschreibung undeutlich bleibt, wird aus den Einzelnheiten, die weiterhin zur Sprache kommen, deutlicher werden.

Die Haupttheile der Maschine sind:

Die Esse und der Kessel, zur Erzeugung des Dampfes;

Das Gleitventil und die Stiefel (Cylinder), zum Wirksammachen der Dampfkraft;

Die Kurbeln und Räder, welche die Bewegung von den Kolben auf die Maschine selbst übertragen.

Nachdem wir diese Haupttheile beschrieben haben werden, können wir zu den Nebentheilen übergehen und jedem derselben seine Stelle anweisen.

§. 1.

Vom Kessel (boiler).

Fig. 3. Taf. VIII. giebt einen vollständigen Begriff von dem Kessel.

Man sieht, daſs der Körper der Maschine aus drei verschiedenen Theilen besteht. Der vordere Theil, rechts in der Figur, welcher den Schornstein *(chimney) C* trägt, ist von den beiden andern durch die Wand *tt* abgesondert. Die beiden andern Theile bilden zusammen den Kessel. Beide sind bis zu einer gewissen Höhe, nemlich bis *cd*, mit Was-

ser angefüllt; jedoch nimmt auch das Feuer einen Theil ihres inneren Raumes ein; wie man sogleich sehen wird.

Der hinterste der drei Theile enthält nemlich einen parallelepipedischen Raum *e*, welcher von dem Brennstoff ausgefüllt wird, und der also die Esse der Maschine ist. Der Raum zwischen den Seitenwänden der Esse und den äufsern Wänden steht in offener Verbindung mit dem übrigen Raume des Kessels, und ist also ebenfalls voll Wasser. Die Esse wird in dem Theile des Wagens, in welchem sie sich befindet, durch starke Bolzen unterstützt und damit verbunden. Diese Bolzen geben diesem Theile des Kessels, welcher, weil er nicht rund ist, weniger Widerstand leistet, als der cylindrische Theil, die nöthige Festigkeit.

Die Esse (*fire-box*) *e* wird also, da sie sich mitten in dem einen Theile des Kessels befindet, von allen Seiten vom Wasser umgeben: blofs an der Einheizthür *l* und am Boden *nn* nicht. Der Boden hat einen Rost (*grate*), von welchem *nn* eine Stange vorstellt. Fig. 4. zeigt den Rost im Querdurchschnitt.

Vor der Einheizthür *l* liegt ein starkes Brett (*board*) *BB* Fig. 1., auf welches sich der Führer der Maschine stellt. Dem Dampfwagen folgt unmittelbar der Munitionswagen (*tender*), welcher jenem Kohlen und Wasser nachführt. Ein Feuerschürer (*fireman*) wirft von demselben die Kohlen durch die Thür *l* in die Esse, und läfst Wasser in den Kessel zu, so oft es nöthig ist. Das Wasser wird vermittelst einer Druckpumpe (*forcing-pump*), welche die Maschine selbst in Bewegung setzt, und von welcher wir unten weiter sprechen werden, in den Kessel geschafft.

Durch die Zwischenräume der Stäbe des Rostes *nn*, die stets offen bleiben, tritt die zum Verbrennen nöthige Luft in die Esse. Die in die Esse geworfenen Cokes fallen auf den Rost und werden von demselben getragen. Nachdem das Feuer angeschürt und die Heizthür verschlossen worden ist, befindet sich die Flamme gänzlich in der Esse eingesperrt. Sie nimmt dann ihren Ausweg durch eine Menge kleiner Röhren *e'*, *e'*, welche man noch deutlicher in Fig. 4. sieht. Diese Röhren führen sie, den ganzen zweiten Theil des Kessels entlang, in den Schornstein.

Man sieht hieraus, dafs, da das Feuer ganz von der Esse eingeschlossen und überall vom Wasser umgeben ist, gar keine Heizkraft desselben verloren geht. Sodann vertheilt sich die Flamme, auf ihrem Wege nach dem Schornstein, auf die vielen, oben gedachten kleinen Röhren.

Sie durchkreuzt also das Wasser im Kessel; und da die Röhren zusammen eine grofse äufsere Berührungsfläche gegen das Wasser haben, so gelangt die Flamme nur erst, nachdem sie so viel Hitze als nur möglich an das Wasser abgesetzt hat, in den Schornstein. Nachdem die Flamme an das Ende der Röhren e', e' gelangt ist, befindet sie sich in dem dritten Theile des Kessels, und entweicht nun frei durch den Schornstein C.

Die Hitze wird also hier auf zwei verschiedene Arten benutzt. Das Wasser nemlich, welches die Esse umgiebt, ist in unmittelbarer Berührung mit der Hitze des Feuers und also der Wirkung der *strahlenden* Wärme ausgesetzt. Dagegen empfängt das im mittleren Theile des Kessels befindliche Wasser die Wärme nur durch die Berührung der Flamme und der aus der Esse entweichenden heifsen Luft. Es ist also *dort* der Wirkung der Wärme durch *Mittheilung* unterworfen.

Es ist hier zu bemerken, dafs die Einrichtung des Kessels mit den vielen Röhren, welcher die gegenwärtigen Dampfwagen insbesondere ihre ungemeine Kraft verdanken, eine *Französische* Erfindung ist. Die Idee dazu gehört Herrn Seguin, Civil-Ingenieur und Fabricanten zu Annonay. Herrn Seguins Patent ist vom 22. Februar 1828, und erst am 25. April 1829 lenkte das Comité der Liverpooler Eisenbahn die Aufmerksamkeit der Englischen Mechaniker auf die Dampfwagen, durch Aussetzung eines Preises. Erst am 6ten October 1829 wurde von den Herren Stephenson und Booth der *Rocket* präsentirt, der ganz nach Herrn Seguins Prinzip erbaut war. Wir wollen durch diese Bemerkung Herrn Booths Verdienst nicht schmälern. Es ist nicht das erste Mal, dafs zwei sinnreiche Personen zugleich, auf eine und dieselbe Idee gefallen sind. Aber aus den obigen Daten sieht man, dafs die Priorität der Idee dem Französischen Ingenieur gebührt. Die Thatsache kann in England leicht dargethan werden. Man darf nur in einer der folgenden Schriften, die sicherlich in dem Brittischen Museum, oder in andern gröfsern Englischen Bibliotheken zu finden sein werden, die Beschreibung des Patents nachschlagen; nemlich: in den *Annales de l'industrie française et étrangère, 1828;* in dem *Bulletin de la société d'encouragement etc., 1828;* oder in der *Description des machines et procédés consignés dans les brevets d'invention etc.* Dieses letzte Werk citiren wir nur im Voraus, weil es nur die Beschreibung *abgelaufener* Patente giebt. Herrn Seguins Patents wird darin nicht vor 1838 gedacht werden.

§. 2.

Von der Wirkung der Cylinder.

Den zweiten wesentlichen Theil der Maschine machen die *Cylinder* (Stiefel) mit dem *Gleitventil* oder *Schieber* (*slide*) aus. Auch von diesem Theile die Anordnung zu zeigen, ist Fig. 3. bestimmt.

Im Innern des oben von den Dämpfen eingenommenen Theils des Kessels befindet sich eine weite Röhre VV'. Sie ist an ihrem einen Ende offen, und leitet die Dämpfe nach den Cylindern. Bei V', im Innern der Röhre, ist ein Hahn (*cock*) oder Regulator, aufserhalb des Kessels durch den Griff (*handle*) T drehbar. So wie man den Hahn mehr oder weniger umdreht, wird den Dämpfen der Ausgang mehr oder weniger geöffnet.

Der Dampf, welcher in dem Kessel in grofser Menge erzeugt wird, nimmt, wenn er nicht entweichen kann, eine starke ausdehnende Kraft an. Öffnet man darauf den Hahn V', so dringt der Dampf [von oben] durch die Öffnung V in die Dampfröhre, und diese führt ihn nach der Mündung v des Schieber-Gehäuses (*valve-box*). Hier öffnet der Schieber x, welcher durch die Maschine selbst in Bewegung gesetzt wird, dem Dampfe den Eingang in die [beiden] Cylinder, abwechselnd nach dem einen und dem andern Ende derselben hin. Die [beiden] Cylinder liegen horizontal auf dem Boden des Schornsteintheils der Maschine, wo das Spiel der Flamme an den Wänden dieses Theils, den Dampf heifs erhält und ihn gegen die Abkühlung durch die äufsere kalte Luft schützt.

Die Pfeile zeigen in der Figur die Richtung der Bewegung der Dämpfe an, von ihrem Eintritt bei V, bis zu dem Schiebergehäuse. So wie hier die Lage des Schiebers gezeichnet ist, ist dem Dampfe der Eintritt 1 in den Cylinder offen, und es wird folglich der Kolben (*piston*) in der Richtung des Pfeils fortgetrieben. Im nächsten Augenblick öffnet sich der Eintritt 2, und darauf treibt der Dampf den Kolben nach der entgegengesetzten Seite hin. Nachdem der Dampf seine Wirkung vollbracht hat, tritt er in die Röhre v', und wird durch dieselbe in den Schornstein und durch diesen in die freie Luft geleitet.

Die Eintrittsstelle V des Dampfes in die Dampfröhre ist deshalb angemessen *hoch* angeordnet, damit nicht das in dem Kessel beim Sieden aufwallende und von der Maschine geschüttelte Wasser durch die Eintrittsöffnung des Dampfes in die Dampfröhre gerathe.

§. 3

Von den Kurbeln (cranks) *und den Rädern* (wheels).

Die auf die beschriebene Weise in Bewegung gesetzten Kolbenstangen (*piston-rods*), welche durch feste Lager (*guides*) an jeder Abweichung von der geradlinigen Bewegung gehindert werden, theilen nun der Achse (*axle*) der beiden hinteren Räder des Wagens eine drehende Bewegung mit. Die Verwandlung der hin- und her gehenden Bewegung der Kolbenstangen in die drehende Bewegung der Achse, geschieht, auf die Weise, wie bei den gewöhnlichen Spinnrädern, durch eine Kurbel an der Achse. Man sieht diese Anordnung in Fig. 3. So wie der Dampf die Kolbenstange hin und her treibt, dreht er die Kurbel yz um, und vermittelst dieser die Achse und die Räder, welche an der Achse *fest* sind. Da es nun aber in dem Umlaufe der Kurbel zwei Puncte giebt, in welchen die auf sie wirkende hin- und her ziehende Kraft die Kurbel eben sowohl weiter als zurück drehen könnte, nemlich diejenigen beiden Puncte, die in der durch den Umdrehungspunct der Kurbel gehenden Richtung der Kolbenstange liegen: so sind die den *beiden* Kolbenstangen correspondirenden *zwei* Kurbeln so mit der Achse verbunden, daſs sie in einem *rechten Winkel* gegen einander stehen. Auf solche Weise empfängt nun jedesmal die eine Kurbel dann die volle Wirkung des Dampfes, wenn derselbe auf die andere, ihrer Lage wegen, gar nicht wirkt; und die Kraft der Maschine bleibt stets unverändert. [„Dieses letzte ist nun wohl nur näherungsweise „der Fall; denn weder die Kraft des Dampfes ist unveränderlich, noch „würde, bekanntlich, selbst dann, wenn sie es wäre, ihre Einwirkung auf „die beiden Kurbeln, in ihren verschiedenen Lagen, dieselbe sein. Die Ver- „änderlichkeit der Kraft der Maschine wird nur durch das Beharrungsver- „mögen der in Bewegung gesetzten Masse ausgeglichen, was sonst bei Kur- „beln noch besonders durch ein Schwungrad unterstützt zu werden pflegt. „Näher würde die Art der Wirkung der Dampfkraft der Unveränderlich- „keit kommen, wenn statt zweier, drei Cylinder und drei Kurbeln vor- „handen wären, welche mit einander Winkel von 60 Graden einschlös- „sen. Aber die Maschine würde dadurch vielleicht zu schwer und künst- „lich werden." D. H.]

Da die beiden Cylinder, wie oben gesagt, unter dem Kessel liegen, so stehen die Kolbenstangen, unter dem Wagen, direct mit den Kurbeln in Verbindung; wie es auch die Figur zeigt. Die in Bewegung gesetzte

Kurbel-Achse dreht sich nun mit den Rädern, mit welchen sie nur eine Masse ausmacht, zugleich herum, und der Wagen wird auf die Weise fortgetrieben, wie, wenn man die Räder durch Eingreifen in ihre Speichen herumdrehte.

Da der einzige Stützpunct (*fulcrum*) der Bewegung der Widerstand ist, den die Räder auf den Bahnschienen finden, von welchen sie getragen werden, welcher Widerstand sie nun zwingt, fortzurollen, statt, an derselben Stelle bleibend, gleitend sich zu drehen: so könnte es zweifelhaft scheinen, ob auf einer so glatten Fläche, wie die der Schienen, die zum Umdrehen gezwungenen Räder dennoch nicht gleiten würden, anstatt fortzurollen: besonders dann, wenn der Dampfwagen bedeutende Lasten fortzuziehen hat. Allein die Erfahrung lehrt, dafs die Reibung der Räder auf den glattesten Schienen, so gering sie auch sein mag, dennoch, weil auch die zum Fortziehen der Lasten auf der Schienenbahn erforderliche Kraft nur gering ist, hinreicht, den Dampfwagen, mit allen Fuhrwerken, die er nach sich zieht, fortrollen zu machen.

In den meisten Fällen ist die Reibung blofs zweier Räder auf den Schienen zum Stützpunct der Zugkraft hinreichend; besonders bei Dampfwagen, deren Gewicht so vertheilt ist, dafs *zwei Drittheile desselben* auf den ziehenden Rädern [„nämlich denen mit der Kurbel-Achse," D. H.] ruhen. Ist eine bedeutendere Zugkraft nöthig, so macht man die vier Räder einander gleich. Für dergleichen Fälle kann man, wenn es nöthig ist, die vorderen Räder mit den hinteren durch metallene Stangen aufserhalb der Räder, nemlich jedes Vorderrad mit dem correspondirenden hintern Rade, in Verbindung setzen, oder kuppeln. Eine solche Kuppelstange (*connecting-rod*) sieht man in Fig. 6. *C* ist die Verlängerung der Kurbel-Achse aufserhalb des Wagens. Ein neuer Kurbel-Arm *Co* ist an diese Verlängerung der Achse befestigt, und wird also durch die Achse herumgedreht. In *o* befindet sich ein hohler Kugelzapfen (*a bal and socket joint*). Bei *m* leitet ein Heber mit baumwollnem Docht (*a cotton-wick syphon*) das Öl in den Zapfen. *n*, *n* sind Schlüssel (*keys*) oder Keile, um die Verbindungsstange zu verkürzen, oder zu verlängern. An ihrem andern Ende ist die Stange auf gleiche Weise mit dem Kurbelarme des andern Rades verbunden. Wenn also nun die Kurbel-Achse *C*, und folglich die Kurbel *Co*, herumgetrieben wird, so theilt sie ihre Bewegung, vermittelst der Verbindungstange und der Kurbel an der Vorder-Achse, auch dieser mit.

Die Kraft der Maschine wird so von den beiden hinteren Rädern auch auf die beiden vorderen übertragen, und es reiben sich nun alle vier auf den Schienen. [„Wenn die vorderen Räder des Dampfwagens nicht an die „hinteren gekuppelt sind, so muſs derjenige Theil des Gewichts des Wa„gens, der auf den vorderen Rädern ruht, durch die Kraft der hinteren „Räder ebenfalls noch fortgeschafft werden, so daſs dieses Gewicht dann „noch zu demjenigen des Munitionswagens und der fortzuziehenden Bahn„fuhrwerke, welche alle keinen Stützpunct für die fortzuziehende Kraft „gewähren, *hinzukommt;* die Reibung der hinteren Räder auf den Schie„nen, welche dem auf ihnen ruhenden *Theile* des Gewichts des Wagens „entspricht, muſs also dann *allein* der zum Fortziehen der gesammten, „wie vorhin bemerkt noch durch den auf den vorderen Rädern ruhenden „Theil des Gewichtes des Dampfwagens selbst, verstärkten Last gewachsen „sein. Sind hingegen die vorderen Räder mit den hintern gekuppelt, so „entspricht die Reibung der Räder des Dampfwagens auf den Schienen „dem *ganzen* Gewichte des Fuhrwerks, und folglich ist dann der, der „Zugkraft zum Stützpunct dienende Widerstand *stärker*, als vorhin; diejenige „Last hingegen, welche der fortziehenden Kraft keinen Stützpunct gewährt, „ist noch auſserdem um das Gewicht des auf den vordern Rädern ruhenden „Theils des Dampfwagens *geringer*. Also wird durch die Kuppelung der „Räder die Wirkung des der fortziehenden Kraft zur Stütze dienenden „Widerstandes, wenn gleich auch nicht die fortziehende Kraft selbst, auf „*doppelte* Weise verstärkt."

„Hat der Dampfwagen sechs statt vier Räder, und könnte man viel„leicht noch, durch Stellschrauben, das Gewicht des Wagens nach Belie„ben auf die Räder vertheilen, so würde sich der von der Reibung auf „den Schienen herrührende, der Zugkraft zum Stützpunct dienende Wi„derstand beliebig modificiren lassen: von Null an, bis zu der dem ge„sammten Gewichte des Wagens entsprechenden Reibung; letzteres durch „Kuppelung der Räder. Man würde dann, ohne die Dampfmaschine zu „hemmen, den Dampfwagen sogar ganz *unwirksam* machen und ihn völlig „zum *Stillstehen* bringen können: dadurch nemlich, daſs man seine ganze „Last von den mittlern Rädern abhöbe und auf die vier übrigen, losgekup„pelten Räder legte; was bei vierrädrigen Wagen nicht angeht." D. H.]

Damit im Fahren der Dampfwagen nicht von den über dem Boden erhöht liegenden Bahnschienen heruntergleiten könne, haben seine Räder

an der innern Seite einen vorstehenden Rand oder Spurkranz (*flange*), welcher sie am Ausgleiten nach den Seiten hindert. Damit nun aber dieser Rand nicht fortwährend seitwärts an den Schienen sich reiben möge, sind die Räder neben dem Rande nicht vollkommen cylindrisch, sondern ein wenig conisch; und zwar ist zunächst an dem Spurkranze ihr Durchmesser ein wenig gröfser, als aufserhalb. Die Folge davon ist, dafs, wenn zum Beispiel der Wagen ein wenig links gedrängt wird, das linkseitige Rad, welches nun mit einem *gröfsern* Durchmesser aufruht, dieserhalb einen *längern* Weg durchlaufen mufs, als das rechtseitige Rad; wodurch denn der Wagen auf den Schienen schnell wieder in seine gehörige Lage zurückgebracht wird. Man sieht so geformte Räder in Fig. 2. Taf. VIII. [„Indessen gleitet dann wohl der Wagen, vermöge seines Schwunges, erst „wieder zu weit rechts ab; und nur nach wiederholtem Rechts- und Links-„Abgleiten kann er erst wieder in das richtige Geleis zurück gelangen. „In der Regel bewegen sich auch die Bahnfuhrwerke auf den Schienen „fast nie ganz gerade aus, sondern beschreiben immer eine, abwechselnd „rechts und links ausweichende, obwohl sehr langgestreckte Schlangenlinie."

„Ein Vorzug der sechsrädrigen Dampfwagen vor den vierrädrigen „ist auch, dafs die mittleren, hauptsächlich und in der Regel den gröfsten „Theil des Gewichts des Wagens tragenden Räder *gar keines* Spurkranzes „bedürfen, sondern vollkommen cylindrisch sein können, so dafs also die „Reibung an den Schienen von der Seite geringer ist. Denn nur die übri-„gen vier Räder, die in der Regel weniger belastet sind, bekommen Spur-„kränze; und diese Räder allein sind, wie die Erfahrung zeigt, hinlänglich, „den Dampfwagen in dem richtigen Geleise zu halten." D. H.]

§. 4.

Von den Sicherheits-Ventilen (safety-valves).

Die drei bis jetzt beschriebenen Theile eines Dampfwagens sind es hauptsächlich, auf welchen seine Wirkung beruht. Die übrigen Theile sind nur mehr Nebendinge, und nur bestimmt, die durch die Haupttheile hervorgebrachte Kraft der Maschine zu lenken und wirksam zu machen.

Der Kessel hat zwei Sicherheits-Ventile E und F (Fig. 1. und 3.). Eins derselben ist zuweilen in einer Kapsel verschlossen, damit der Führer der Maschine aufser Stande sei, es zu überladen; wozu er versucht werden möchte, in der Absicht, die Kraft der Maschine zu verstärken,

selbst auf die Gefahr, sie zu beschädigen. In der Regel aber verzichtet man auf diese Anordnung, wegen der sonstigen damit verbundenen Übelstände.

§. 5.

Von dem Wasser-Visirstabe (water gauge).

An dem Kessel befindet sich eine Visirröhre, welche die Höhe des Wassers im Kessel anzeigt. Sie besteht aus einer Glasröhre *mn* Fig. 7. Taf. VIII., deren Enden in Kapseln (*verrels*) *a, a* stecken, mit Hähnen, welche die Röhre mit dem Innern des Kessels in Verbindung setzen, und die aufserhalb gedreht werden können; wie es die Figur zeigt. Sobal die beiden Hähne *r, r,* ober- und unterhalb geöffnet werden, tritt das Wasser aus dem Kessel in die Röhre, und so hoch hinauf, wie es im Kessel steht. Durch den Hahn *s* kann das Wasser aus der Röhre abgelassen werden. Diese Visirröhre hat den Zweck, dafs der Führer der Maschine sehen könne, ob es nöthig sei, Wasser aus dem Munitionswagen in den Kessel zu schaffen. Da indessen die Röhren im Kessel und die übrigen Theile desselben zu sehr leiden, wenn das Wasser darin fehlt, und der Kessel dann sogar bersten kann: so befinden sich, zu noch gröfserer Vorsicht, an den Seiten des Kessels zwei, und zuweilen drei kleine Hähne, in verschiedener Höhe, die, wenn man sie öffnet, den Wasserstand im Kessel noch zuverlässiger anzeigen.

Eben so, wie es nöthig ist, stets die Höhe des Wasserstandes im Kessel zu kennen: eben so nothwendig ist es auch, von der jedesmaligen Spannkraft der Dämpfe im Kessel unterrichtet zu sein. Denn wäre diese Kraft zu schwach, so würde die Maschine nicht die gehörige Wirkung haben. Da indessen dieser Gegenstand eine ausführlichere Auseinandersetzung erfordert, so werden wir ihm ein besonderes Capitel widmen.

§. 6.

Von den Schiebern (slides).

Über die Schieber ist Folgendes zu bemerken. Wir sagten oben, dafs das Schiebeventil den Dampf abwechselnd nach der einen und nach der andern Seite des Kolbens zuläfst; was die hin- und her gehende Bewegung der Kolben, und weiter das Fortrollen des Wagens hervorbringt. So wie nun der Maschinenmeister den Hahn oder Regulator (*T,* Fig. 3.) geöffnet hat, strömt der Dampf durch die Dampfröhre *v* nach dem Schiebeventil-Gehäuse Fig. 8. Taf. IX. Daselbst drückt er mit seiner ganzen

Kraft auf den oberen Theil x des Schiebers, und preſst denselben während seiner Bewegung auf die Ebene an, auf welcher er gleitet. Wenn sich der Schieber in der in der Figur vorgestellten Lage befindet, so nimmt der Dampf den Weg 1, drückt auf den Kolben und treibt ihn fort, in der Richtung des Pfeils. Zu gleicher Zeit entweicht der an der anderen Seite des Kolbens befindliche Dampf auf dem Wege 2, welcher vermittelst der Öffnung e nach auſsen führt. Hierauf wird der Schieber vermittelst der Schieberstange l in eine andere, durch punctirte Linien angezeigte Lage getrieben. Nachdem er in diese Lage gekommen, ist nunmehr dem aus dem Kessel immerfort zuströmenden Dampfe der Weg 2 offen. Der Dampf treibt also jetzt den Kolben in die der vorigen entgegengesetzte Richtung; dagegen ist jetzt dem Dampfe der Weg 1 zum Austritte durch die Öffnung e verschlossen. So geht es abwechselnd weiter. Der Schieber gelangt immerfort aus der einen seiner Stellungen in die andere, schlieſst und öffnet abwechselnd die beiden Wege 1 und 2, und der Dampf treibt den Kolben hin und her. Der ausströmende Dampf begiebt sich in den Schornstein, wo er, auf die weiter unten zu beschreibende Weise, den Luftstrom verstärkt, um den Zug der Esse zu befördern.

Die Bewegung des Schiebers ist so regulirt, daſs sie derjenigen des Kolbens correspondirt. *Aber der Schieber eilt jedesmal ein wenig dem Kolben vor;* das heiſst: der Zutritt zum Kolben wird dem Dampfe nicht genau in demselben Augenblicke geöffnet, wo der Kolben seine Bewegung zu beginnen hat, sondern *ein wenig früher.* Dieses ist, was *Voreilen des Schiebers* heiſst (*lead of the slide*). Es bekommt dadurch der Dampf in dem Augenblick, wo der Kolben sich in Bewegung setzt, schon seine volle Wirkung auf ihn. Wir werden auf diesen Gegenstand weiter unten zurückkommen, und es wird sich dann zeigen, daſs das Voreilen des Schiebers, welches der Geschwindigkeit der Fortbewegung der Maschine förderlich ist, nur innerhalb gewisser Grenzen Statt finden darf, über welche hinaus die Zugkraft der Maschine schwächer werden würde.

§. 7.

Von den excentrischen Scheiben.

Die hin- und her gehende Bewegung des Schiebers wird von der Kraft des Dampfes selbst hervorgebracht. Wie dieses geschieht einzusehen, erfordert einige Aufmerksamkeit.

An der Kurbel-Achse stecken excentrische Scheiben; und so wie dieselben mit und durch die Achse herumgedreht werden, treiben sie die Schieberstangen hin und her.

Die Anordnung dazu zeigen Fig. 9. und 10. Taf. IX. *O* ist der Mittelpunct der Kurbel-Achse. Ihr Querschnitt ist schräg, von oben links nach unten rechts, schraffirt. *m* ist der Mittelpunct der excentrischen Scheibe, deren Querschnitt entgegengesetzt, von oben rechts nach unten links, schraffirt ist. Indem nun die Achse sich herumdreht, führt sie die excentrische Scheibe mit sich fort, und macht folglich, dafs ihr Mittelpunct um *O* einen Kreis beschreibt. Da bei dieser Bewegung der Punct *m* abwechselnd von der einen Seite des Achsenmittelpuncts *O* nach der andern gelangt, so treibt die excentrische Scheibe vermittelst des Ringes *n*, *n*, welcher sie umgiebt, offenbar die Stange *L* hin und her, welche nun weiter mit der Schieberstange in Verbindung steht.

Nun ist es offenbar, dafs der Punct *C*, welcher die Nabe der an der Achse steckenden, durch den Kolben in Bewegung gesetzten Kurbel vorstellt, einen *halben Umlauf* macht, während der Dampf den Kolben von einem Ende des Cylinders bis zum andern treibt. Also macht auch die Achse selbst, in dieser Zeit einen *halben Umlauf;* und folglich auch der Punct *m* um den Punct *o*. Mithin treibt die excentrische Scheibe während eines Hubes des Kolbens die Stange *L*, folglich auch die Schieberstange *l*, und mithin den Schieber selbst, aus der einen seiner beiden äufsersten Lagen in die andere.

Dadurch aber öffnet der Schieber dem Dampfe den Zutritt zu der entgegengesetzten Seite des Kolbens: der Kolben bewegt sich also nun zurück und zwingt die Kurbel-Achse, einen fernern *halben Umlauf* zu machen, der den Schieber in seine erste Lage zurück bringt; mithin wird nunmehr der Kolben wieder nach der ersten Richtung fortgetrieben; und so geht die Bewegung immer weiter von Statten.

Die Wirkung der excentrischen Scheibe auf die Schieberstange wird, wie oben bemerkt, zunächst durch den die Scheibe umgebenden Ring *nn* vermittelt, der an dem Ende der Bläuelstange *L* fest ist, und in welchem sich die excentrische Scheibe dreht. Die Berührungsflächen des Ringes und der Scheibe sind polirt, und werden durch Öl schlüpfrig gemacht. So wie bei der Umdrehung der Achse der gröfsere Halbmesser der excentrischen Scheibe von der einen Seite des Achsenmittelpuncts nach der an-

dern gelangt, zieht die Scheibe die mit dem Ringe verbundene Stange hin und her, und theilt also der Schieberstange eine hin- und her gehende Bewegung mit.

Die excentrische Scheibe wirkt also hier ganz so, wie eine gewöhnliche Kurbel. Aber sie verwandelt die umdrehende Bewegung der Kurbel-Achsen in die hin- und her gehende der Schieberstange, während die Kurbeln an der Achse, umgekehrt, die hin- und her gehende Bewegung der Kolben in die umdrehende Bewegung der Achse verwandeln. Die excentrischen Scheiben vertreten die Stelle von Kurbeln, in welche, ohne sie, die Kurbel-Achse ferner würde gekrümmt werden müssen.

Da, nach der Anordnung der Maschine, die Schieberstangen mit der Kurbel-Achse nicht in einer und derselben Ebene liegen, so können die excentrischen Scheiben ihre Bewegung den Schieberstangen nicht direct mittheilen. Dies geschieht vielmehr durch die Kreuzstange (*cross-axle*) *k* mit den beiden Armen *KL'* und *Kl'*. Wenn die excentrische Scheibe sich *herunter*bewegt, so rückt die Schieberstange *l* vor; und umgekehrt; wie es die Figur zeigt. Die Vergleichung der Figuren 9. und 10., welche die Maschine um einen Viertel-Umlauf verschieden vorstellen, wird die Wirkung derselben vollends verdeutlichen.

Bei genauerer Betrachtung der Bewegung des Schiebers Fig. 10. wird man bemerken, daſs, wenn bei dem Übergange des Schiebers aus der einen Lage in die andere, derselbe gerade in der Mitte sich befindet, der Durchgang den Dämpfen nach den Kolben hin auf einen Augenblick gänzlich verschlossen bleibt. Dieses ist der Augenblick, wo der Weg, den der Dampf nimmt, *wechselt;* er correspondirt mit demjenigen, in welchem der Kolben seine Richtung ändert. Er muſs offenbar mit demjenigen zusammentreffen, in welchem, das geringe Voreilen des Schiebers bei Seite gesetzt, der gröſsere oder kleinere Halbmesser der excentrischen Scheibe mit der Kurbel einen rechten Winkel macht. In der That muſs sich der Schieber nothwendig *dann* in der *Mitte* seines Laufs befinden, wenn der Kolben das *Ende* seines Laufs erreicht hat, weil er dann seine Richtung ändern muſs; zu welchem Zweck, unmittelbar darauf, der Schieber dem Dampfe den Weg zu öffnen hat. Man sieht die Nothwendigkeit dieses Zusammentreffens deutlich aus der Figur.

Der besondere Vortheil der in einen rechten Winkel gegen die Kurbel gestellten excentrischen Scheibe ist nun, daſs sie gerade dann ihre

volle Wirkung äufsert, wenn die Kurbel in der Richtung der Bläuelstange liegt, oder unwirksam ist: also dann, wenn der Kolben gerade am Ende seines Laufes sich befindet. Denn so ist die excentrische Scheibe im Stande, gerade dann den Schieber auf das schnellste fortzutreiben, wenn es darauf ankommt, dem Dampfe den einen Weg zu verschliefsen und den andern zu öffnen; wie es sein mufs, damit keine Zeit für seine Wirkung verloren gehe.

[„Es ist die Frage, ob es nicht rathsam wäre, wenigstens bei den „fahrenden Dampfmaschinen, den Dampfwagen, die Schiebeventile, statt ver- „mittelst excentrischer Scheiben, *unmittelbar* durch die Kolbenstangen hin „und her treiben zu lassen. Durch die excentrischen Scheiben wird zwar al- „lerdings die Bewegung sanfter gemacht (obgleich doch auch nicht *völlig* con- „tinuirlich, indem man immer noch beim Eingriff in die Kolbenstangen nicht „continuirlich wirkende Hebel zu Hülfe zu nehmen pflegt), indessen wird die „Maschine doch auch durch die excentrischen Scheiben *bedeutend* complicir- „ter, und es ist offenbar gleichsam ein *Umweg*, die hin- und her gehende „Bewegung der Kolben vermittelst der Kurbeln erst in eine drehende und „dann, rückwärts, durch die excentrischen Scheiben, die drehende Bewegung „wieder in eine hin- und her gehende Bewegung zu verwandeln. Es ist „die Frage, ob die practischen Schwierigkeiten der einfacheren Art sich „nicht heben lassen. Wäre das, so würde das Einfachere auch hier of- „fenbar das bessere sein." D. H.]

§. 8.

Von der Auslösung.

Wir haben bis jetzt insbesondere immer nur von *einem* Schieber gesprochen. Da aber *zwei* Cylinder vorhanden sind, so mufs es auch *zwei* Schieber geben. Anderntheils ist leicht zu sehen, dafs, da die Kolben abwechselnd auf die beiden, einen rechten Winkel mit einander einschliefsenden Kurbeln wirken: dafs die Radien der beiden excentrischen Scheiben ebenfalls in einem rechten Winkel gegen einander stehen müssen. Diese Anordnung zeigen Figur 11. und 12., wo man die beiden excentrischen Scheiben in der Ansicht erblickt. Um sie noch mehr auszuzeichnen, sind sie in den Figuren schraffirt.

Die Scheiben müssen durch die Achse herumgedreht werden. Sollte der Wagen blofs in einerlei Richtung, nemlich *nur* vorwärts bewegt werden, so könnten die Scheiben auf der Achse unbeweglich fest sein. Soll

dagegen der Wagen zugleich auch rückwärts gehen können, so mufs sich den Scheiben eine verschiedene Lage auf der Achse geben lassen.

Das Scheiben-*Stück* mufs also auf der Achse *beweglich* sein, gleich einer Rolle in einem Kloben; aber zugleich mufs es nach Belieben *befestigt* werden können. Zu diesem Ende haben die Scheiben an den Seiten zwei Löcher oder Augen *o, o'*; die Achse aber hat zwei Dübel oder Knöpfe (*pins*) *r, r'*, welche Treiber (*drivers*) heifsen. Die excentrischen Scheiben stecken auf der Achse *zwischen* den beiden Treibern, und es ist nun leicht, sie vermittelst eines Hebels auf der Achse hin- und her zu schieben, bis der eine oder der andere der beiden Treiber in das eine oder das andere Auge eingreift, worauf dann, von diesem Augenblick an, die Scheibe von der Bewegung der Achse mit fortgezogen wird. Sind nun die Treiber so angeordnet, dafs der eine der Bewegung des Wagens *vorwärts*, der andere der Bewegung *rückwärts* entspricht: so läfst sich, blofs durch Verschiebung des Scheibenstücks auf der Achse, die vorwärts gehende Bewegung in die rückgängige verwandeln; und umgekehrt.

Die Bestimmung der Lage der excentrischen Scheiben für die beiden Arten der Bewegung hat keine Schwierigkeit.

Gesetzt es befinde sich, indem sich der Dampfwagen auf den Schienen vorwärts bewegt, einer der beiden Kolben gerade in der Mitte des Cylinders, während in demselben Augenblicke die Kurbel, auf welche die Stange des Kolbens wirkt, grade senkrecht und *über* der Achse steht, also in der Lage Fig. 3.: so ist klar, dafs, wenn nun der Wagen *vorwärts* gehen soll, der Dampf den Kolben *vorwärts* treiben mufs, weil so der Kolben die Kurbel und die Räder des Wagens in seiner eigenen Richtung fortzieht. Also mufs sich in dem angenommenen Falle dem Dampfe der Weg 1 geöffnet haben, und folglich der Schieber *vorwärts* gezogen worden sein. Es mufs daher, wie aus Fig. 9. zu ersehen, der gröfsere Halbmesser der excentrischen Scheibe *horizontal* und *hinter* der Achse liegen. Und so mufs folglich der Treiber die Scheibe, für die Bewegung *vorwärts*, ergreifen.

Soll dagegen, von dem angenommenen Augenblick an, der Dampfwagen *rückwärts* gehen: so mufs der Dampf zu der entgegengesetzten Seite des Kolbens Zutritt bekommen. Es mufs ihm also der Weg 2 geöffnet, das heifst: der Schieber mufs *rückwärts* getrieben werden. Folglich mufs dann der gröfsere Halbmesser der excentrischen Scheibe, zwar wieder horizontal, aber *vor* der Achse liegen, und in dieser Lage von dem

Treiber ergriffen werden. Dieses ist die Lage Fig. 12. Wenn die Kurbel rechts, senkrecht über der Achse steht, so befindet sich der Treiber *r*, und das Auge, in welches er eingreift, hinter der Achse, von welcher er in der Figur bedeckt wird. Der gröfsere Halbmesser der excentrischen Scheibe liegt *horizontal*, und *vor* der Achse, was, wie wir sahen, der rückgängigen Bewegung des Wagens entspricht. Der Treiber befindet sich also in der dieser Bewegung entsprechenden Lage, und ergreift, derselben gemäfs, die excentrische Scheibe.

Setzen wir nun gegentheils, die excentrische Scheibe werde nach dem anderen Treiber *r'* hin getrieben: so wird, weil das correspondirende Auge *o'* nicht vor dem Treiber liegt, und sich nun die Scheibe nicht weiter drebt, die Achse einen halben Umgang machen müssen, ehe der Treiber in das Auge *o'* eingreifen kann. Die Kurbel rechts wird also bis *unter* die Achse gelangen, während die excentrische Scheibe noch *vor* der Achse sich befindet; und dieses ist die der vorhergehenden Bewegung entsprechende Lage: denn für die Bewegung vorwärts mufs, wie sich oben zeigte, die Kurbel *über* der Achse und die excentrische Scheibe *hinter* derselben stehen.

Es folgt also nun, dafs die beiden Treiber *r* und *r'* (Fig. 11. und 12.), da sie auf einander senkrecht stehen, nebst den Kurbeln, in den gehörigen Lagen sich befinden, um den Wagen in der einen vorwärts, in der andern rückwärts zu treiben.

Da die beiden Treiber auf der Achse an entgegengesetzten Seiten der excentrischen Scheiben befestigt sind, so ist klar, dafs, wenn man das Scheibenstück vermittelst eines Hebels nach dem einen oder dem andern Treiber hin stöfst, der Dampf unmittelbar den Wagen vor- oder rückwärts bewegen wird, je nachdem dieser oder jener Treiber eingegriffen hat. Der Hebel, vermittelst dessen das Scheibenstück in Bewegung gesetzt wird, ist so eingerichtet, dafs er sich im Bereiche des auf seinem Brette stehenden Maschinenführers befindet.

Aufser dieser Anordnung, vermöge welcher der Führer der Maschine allein und nach Belieben die Schiebeventile zu handhaben vermag, unabhängig von der Bewegung der Achse, sind auch noch die Schäfte oder Bläuelstangen der excentrischen Scheiben nicht unverrückbar mit den Ventilstangen verbunden. Sie greifen in dieselben blofs vermittelst der Einschnitte oder Kerbe (*notch*) *L'* Fig. 13. und 14. ein. Vermittelst eines

auf die kleine Stange $m'o$ wirkenden Hebels kann der Maschinenführer den Schaft der excentrischen Scheiben aus dem Einschnitt herausheben, wie Fig. 14. Dann können sich die Schiebeventile ganz frei und ohne Einwirkung der Achse bewegen. Überhaupt also kann man durch die beiden Griffe P, P' Fig. 1., die mit den Schieberstangen in Verbindung stehen, den Schiebern die ihnen nöthige Bewegung geben. [„Alles dieses „würde auch möglich sein, wenn man, (in so fern es sonst angeht,) die „Kolben, nach der Bemerkung am Ende von §. 7., ohne Vermittelung „der excentrischen Scheiben die Schieber unmittelbar in Bewegung setzen „liefse." D. H.]

§. 9.

Von den Wasser-Pumpen.

Unter dem Dampfwagen befinden sich zwei Pumpen p (Fig. 1.), welche bestimmt sind, Wasser in den Kessel zu schaffen. Sie liegen unmittelbar unter den Kolbenstangen und werden durch dieselben in Bewegung gesetzt. Jede Pumpe saugt einen Theil des Wassers aus dem Behälter auf dem Munitionswagen in ihren Stiefel, und treibt darauf dasselbe aus dem Stiefel in den Kessel, auf die gewöhnliche Weise. Da *zwei* Pumpen vorhanden sind, so ist man gegen Unterbrechungen des Wasserzuflusses nach dem Kessel gesichert, für den Fall, dafs etwa die eine Pumpe schadhaft werden sollte.

Die Ventile dieser Pumpen bestehen, sehr sinnreich, aus kleinen metallenen Kugeln, die auf kreisförmigen Lagern ruhen, in welche sie genau passen. Sie wirken *dadurch*, dafs sie in dem Cylinder gleiten, dessen Wände Löcher zum Durchgange des Wassers haben. Fig. 15. stellt ein solches Ventil vor. Das Wasser tritt durch a aus dem Innern des Cylinders unter die Kugel; es hebt dieselbe und tritt darauf in den Körper der Pumpe durch die Öffnungen b, b. Diese Art Ventile versagen nie. Die Pumpen waren früher immerfort in Unordnung, bis Herr Melling von Liverpool zuerst diese Art von Ventilen einführte.

§. 10.

Vom Dampfregulator.

Den Regulator, dessen wir oben gedachten, und vermittelst dessen der Weg für den Dampf aus dem Kessel nach den Cylindern erweitert oder verengt werden kann, stellen Fig. 32. und 33. Taf. X. vor. Er besteht, einfacherweise, aus zwei auf einander gelegten und genau auf einander

passenden Scheiben, welche jede eine Öffnung von gleicher Gröſse und Gestalt haben. Die untere Scheibe ist unbeweglich und verschlieſst die Röhre, durch welche der Dampf entweicht. Die obere Scheibe dagegen ist beweglich, und kann vermittelst eines Griffes *T*, der aus der Maschine hervorreicht, gedreht werden. Der Zapfen *r* der beweglichen Scheibe geht auch durch die unbewegliche, um die Scheiben auf einander in der richtigen Lage zu halten. In Figur 32. sind die beiden Scheiben durch gegen einander laufende Schraffirungen unterschieden. Man kann nun die obere Scheibe so drehen, daſs ihre Öffnung genau auf die der unteren paſst, wie in Fig. 32., und alsdann ist der Durchgang völlig offen. Dreht man die bewegliche Scheibe weniger herum, etwa nach den punctirten Linien in Fig. 33., so ist der Durchgang nur zum Theil offen; und wenn die Öffnungen gar nicht auf einander treffen, so ist der Durchgang ganz verschlossen. In dem letzten Falle drückt der Dampf die obere Scheibe auf die untere fest.

Man macht den Regulator auch zuweilen auf andere Weise; zum Beispiel in Form eines doppelwegigen Hahns, wenn der Dampf von oben kommt. Aber die vorhin beschriebene Art ist die üblichste.

§. 11.

Von den Gelenken.

In alle Gelenke von einiger Bedeutung wird das Öl ununterbrochen aus einer Schale vermittelst eines Heberdochts geleitet; etwa wie es Fig. 6. Taf. VIII. zeigt. Die Schale hat die Form eines Schüler-Dintenfasses, damit bei der geschwinden Bewegung das Öl nicht verschüttet werde. Im Boden der Schale ist eine kleine Röhre, die in das Gelenk hinein reicht. Der in das Öl der Schale hineintauchende baumwollene Docht saugt fortwährend das Öl aus derselben an und tröpfelt es ununterbrochen in das Gelenk.

§. 12.

Vom Feuerroste (fire grate).

Der Rost auf dem Boden der Esse besteht nicht aus einem Stücke, sondern aus einzelnen Stangen, Fig. 31. Taf. X. Dieselben liegen neben einander auf dem Boden der Esse, und werden dort an ihren Enden getragen. So eingerichtet, können die Stäbe des Rostes bequem *einzeln* erneuert werden, wenn sie verbrannt sind; desgleichen kann man, wenn irgend ein Schaden am Kessel entstanden wäre, in Folge dessen das Was-

ser unvermuthet aus demselben wegflösse, und so die Maschine in Gefahr geriethe, leicht vermittelst eines gekrümmten Schüreisens (*poker*) die Roststäbe durch einander werfen, und so augenblicklich das Feuer auslöschen, indem man es, sammt den Roststäben, hinaus auf die Strafse fallen läfst. Auf dieselbe Weise wird alle Abende die Feuer-Esse geleert, nachdem die Maschine ihr Tagewerk vollbracht hat.

§. 13.

Uebersicht der verschiedenen Theile der Maschine.

Wir wollen die obige Beschreibung dadurch zu vervollständigen suchen, dafs wir an den Gesammt-Ansichten der Maschine Fig. 1. Taf. VII. und Fig. 2. Taf. VIII. nachweisen, welche Stellen die einzeln beschriebenen Theile einnehmen.

A ist derjenige Theil des Kessels, welcher die Esse enthält.

BB ist der Standort des Führers der Maschine.

C ist der Schornstein.

D, D sind die Cylinder.

E ist das erste Sicherheitsventil, mit Hebel- und Federwage; was weiter unten näher beschrieben werden wird.

E ist das zweite, auf gleiche Weise construirte Sicherheitsventil.

G ist die Glasröhre.

H sind die Probirhähne (*gauge-cocks*).

I ist das Ende der Stange einer excentrischen Scheibe.

J sind die Schienen, welche die Kolbenstangen genau in der horizontalen Richtung halten.

K ist das Kreuz, welches die Bewegung der Stange der excentrischen Scheibe auf diejenige der Schieboventilstange vermittelst der Arme *KL'* und *Kl'*, die darauf befestigt sind (siehe Fig. 9. und 10.), überträgt.

L' ist der Einschnitt, vermittelst dessen die Stange der excentrischen Scheibe mit dem Kreuze, welches die Stange des Schiebeventils führt, in Verbindung gesetzt wird.

MM sind Stangen, vermittelst welcher der Führer der Maschine die Stangen der excentrischen Scheiben heben und sie aus der Verbindung mit dem Schiebeventil lösen kann. Dieses geschieht durch die mit einander zu einem Knie verbundenen Arme *m* und *m'*. So wie der Maschinist die Stange *MM* anzieht, steigt der Arm *m'* in die Höhe und hebt, ver-

mittelst der kleinen Stange $m'o'$, die Stange der excentrischen Scheibe aus der Verbindung mit dem Arme KL heraus.

N ist ein Hebelgriff, vermittelst dessen der Maschinist, zu dem so eben beschriebenen Zwecke, die Stange MM anzieht.

P, P sind Griffe, um die Schieber zu bewegen, wenn ihre Verbindung mit den excentrischen Scheiben aufgehoben ist. Diese Griffe wirken auf das Joch Q und bewegen die Enden R, R desselben. Die Bewegung wird, weiter, vermittelst der Stangen S, S auf die Enden r, r des Hebels übertragen, welcher die Schieber in Bewegung setzt.

T ist der Griff des Regulators, um den Weg des Dampfs aus dem Kessel nach dem Cylinder zu erweitern, oder zu verengen.

V ist der Raum, in welchem der Dampf zurückgehalten wird, bis er durch die Öffnung des Regulators in die Cylinder zu dringen vermag.

U ist eine mit einem starken eisernen Deckel verschlossene Öffnung im Kessel, so grofs, dafs durch dieselbe ein Mensch, wenn es nöthig, in den Kessel hineinsteigen kann.

X, X sind eiserne Kniee (*knees*), vermittelst welcher der Kessel auf dem Gestell des Wagens befestigt ist.

Z, Z sind Druckfedern, welche vermittelst verticaler Stützen in a, a auf den Buchsen der Radwellen aufruhen. Die Stützen gehen durch Löcher in den Gestellbalken des Wagens. Das eine Ende der Stütze trägt die Druckfeder, das andere steht auf der Buchse des Rades auf. So tragen also die Räder das gesammte Gewicht der Maschine: oben vermittelst der Druckfedern.

b, b sind Schienen, welche sich über die Buchsen der Radwellen auf und nieder bewegen können, je nachdem die Druckfedern unter dem Gewichte der Maschine mehr oder weniger nachgeben. In der obern Fläche der Buchse ist ein kleiner Ölbehälter ausgehöhlt. In diesem Behälter befindet sich, eben wie in oben erwähnten Ölfäfschen, eine Röhre und ein Heberdocht, der ununterbrochen Öl auf die Achse leitet, nach dem Puncte hin, wo sie sich in der Buchse reibt.

c ist eine biegsame Röhre aus hänfenem Zeuge, eine Feder innerhalb umgebend. Durch dieselbe gelangt das Wasser aus dem Munitionswagen nach der Wasserpumpe, sobald der zugehörige Hahn am Munitionswagen geöffnet wird.

p ist die Wasserpumpe der Maschine. Sie wird fortwährend ver-

mittelst einer Verbindung mit der Kolbenstange des correspondirenden Cylinders in Bewegung gesetzt, schafft aber nur dann Wasser in den Kessel, wenn der Hahn offen ist, der das Wasser aus dem Munitionswagen zuläſst. Der Hahn ist in der Figur nicht angedeutet.

p' bezeichnet den Griff und die Stange des Probierhahns der Pumpe, welcher anzeigt, ob die Pumpe wirklich Wasser aus dem Munitionswagen zieht, oder nicht. Der Hahn öffnet sich nach auſsen, so daſs, wenn er offen ist und die Pumpe zieht, ein kleiner Wasserstrahl hinausdringt, der dann anzeigt, daſs die Pumpe wirkt.

e, e sind die mit Pferdehaaren ausgestopften ledernen Kissen (*pads*), um den Stoſs, den der Dampfwagen geben oder empfangen mag, zu schwächen.

f ist ein Hahn, durch welchen das Wasser, welches zuweilen aus dem Kessel nach dem Cylinder gelangt, durch die Kraft des Dampfes ausgetrieben werden kann.

g ist eine durch einen Schraubenbolzen verschlossene Öffnung in dem äuſsern Gehäuse der Feuer-Esse. Wenn der Bolzen ausgeschraubt ist, so kann man mit einer Stange den Raum zwischen den beiden Gehäusen reinigen, und durch eine Druckpumpe kann mit Kraft Wasser in den Raum getrieben werden, um den etwaigen Bodensatz des Wassers auszuspülen. Eine solche Reinigung geschieht gewöhnlich wöchentlich einmal.

h Fig. 2. ist eine bewegliche Tafel oder Thür vor der Schornstein-Abtheilung des Kessels. Wenn diese Thür geöffnet ist, so sind die Enden der Feuerröhren im Kessel, die Cylinder, die Schieheventile und die Röhren, welche den Dampf aus dem Kessel nach den Schieheventilgehäusen und von diesen nach dem Schornstein leiten, sichtbar. Die Thür wird geöffnet, wenn es nöthig ist, die Schieheventile zu reguliren; wovon weiter unten.

Abschnitt II.

Von den Verhältnissen der Maschinentheile.

§. 14.

Maaſse der Theile, von welchen die Kraft der Maschine abhängt.

Die obige Beschreibung eines Dampfwagens paſst auf die Wagen der Straſse zwischen Liverpool und Manchester. Wir haben mit keinen anderen als diesen Wagen Versuche angestellt. Um aber einen vollständigen Begriff von diesen Maschinen zu geben, müssen wir auch noch die

Maafse insbesondere derjenigen Theile hersetzen, von welchen, wie sich weiterhin zeigen wird, die Kraft der Maschine abhängt.

Man kann die Dampfwagen der Liverpooler Bahn in 5 Classen theilen.

	Durchmesser der Cylinder.		Kolbenhub.		Durchmesser der Räder.		Gewicht der Wagen.	Spannung der Dämpfe auf 1 Quadr.-Zoll.
	Zoll.	Linien.	Zoll.	Linien.	Fuſs.	Zoll.	Centner.	Pfund.
1. Classe . .	13	7,5	15	6,5	4	4,4	256,5	51,3
2. Classe . .	11	7,8	15	6,5	4	10,3	256,5	51,3
3. Classe . .	10	8,2	15	6,5	4	10,3	158 bis 177	51,3
4. Classe . .	10	8,2	17	6,5	4	10,3	158 bis 177	51,3

In die 5te Klasse kommen die ältesten Dampfwagen, aus der Zeit der Eröffnung der Bahn. Ihre Cylinder haben 9 Zoll 8,5 Linien im Durchmesser, und darunter. Der Kolbenhub, die Räder und das Gewicht der Maschinen wechseln nach Verhältniſs. Dieselben werden aber jetzt fast gar nicht mehr gebraucht, kaum mehr reparirt, und keiner kam bei unseren Versuchen vor. Wir haben daher auf dieselben keine nähere Rücksicht zu nehmen.

Von den 32 Dampfwagen, welche die Eisenbahn-Unternehmer haben bauen lassen, und von welchen sie noch 30 besitzen, haben

2 Cylinder von 13 Zoll 7,5 Linien im Durchmesser;
4 haben Cylinder von 11 Zoll 7,8 Linien im Durchmesser;
16 haben Cylinder von 10 Zoll 8,2 Linien im Durchmesser, mit 15 Zoll 4,4 Linien Kolbenhub;
2 haben eben solche Cylinder, mit 17 Zoll 6,5 Linien Kolbenhub.

Die 8 übrigen Wagen sind kleiner, und gehören in die oben erwähnte 5te Classe.

In allen Wagen beträgt die Spannung der Dämpfe im Kessel 51,3 Pfund auf den Quadratzoll.

So wie wir von den verschiedenen Wagen sprechen werden, sollen ihre Benennung, ihr Gewicht und ihre Kraft näher angegeben werden.

§. 15.

Von dem Ausdrucke der Kraft eines Dampfwagens.

Es ist gebräuchlich, die Kraft eines Dampfwagens durch die obigen Dimensionen zu bezeichnen. Im Laufe der gegenwärtigen Schrift werden wir sehen, daſs, um die Kraft und die Wirkung eines Dampfwagens unter den verschiedenen Umständen vollständig zu bestimmen, noch zwei

andere Elemente in Betracht kommen: nemlich die Reibung der Maschine und die Verdampfungsfähigkeit, oder die erhitzte Fläche des Kessels. Inzwischen geben auch die obigen Elemente schon eine leidliche Vorstellung von einer Maschine.

Was die Gewohnheit bei *feststehenden* Dampfmaschinen betrifft, ihre Kraft nach ihrer Wirkung zu ermessen, und diese mit der *Pferde*-kraft zu vergleichen; was schon, wie leicht zu sehen, überall *unzulänglich* ist: so ist dieser Gebrauch auf Dampfwagen völlig *unanwendbar;* und zwar aus folgenden Gründen.

Erstlich hängt die Kraft eines Dampfwagens nicht von derjenigen des Dampfes allein ab, sondern auch von dem Gewichte des Wagens, weil sich danach der Widerstand auf den Schienen und folglich die Gröſse der fortzuziehenden Ladung richtet.

Zweitens muſs die Maschine sich mit verschiedenen Geschwindigkeiten bewegen. Nun muſs sie, auſser der Ladung, auch sich selbst fortbewegen, und ihre eigne Reibung überwinden. Diese Reibung geht also, und zwar als eine *unveränderliche* Gröſse, zunächst von dem Widerstande ab, und ändert daher, je nach der verschiedenen Geschwindigkeit, den für die Ladung übrig bleibenden Nutz-Effect. Hieraus folgt, daſs wir, wenn wir die Kraft der Maschine nach ihrer Wirkung beurtheilen wollten, für jede verschiedene Geschwindigkeit eine andere Kraft finden würden.

Drittens, da sich die Dampfwagen drei- bis viermal so geschwind fortbewegen, als Pferde es im Stande sind: so würde die Vergleichung ihrer Kraft mit der der Pferde etwas ganz Imaginaires sein.

§. 16.

Maaſse der Esse und des Kessels von 12 der besten Dampfwagen der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester.

Zufolge der obigen Bemerkung, die sich weiter unten näher rechtfertigen wird, ist die Angabe der Kraft eines Dampfwagens ohne diejenige ihrer Verdampfungsfähigkeit, oder der Heitzfläche ihres Kessels, unvollständig. In der That liegt in der Esse und in dem Kessel die wahre Quelle der Kraft einer Maschine. Aus diesen entspringt ihre Wirkung. Die Cylinder und die übrigen Theile übertragen und modificiren die Kraft; aber sie vermögen nichts ohne die Kraft selbst.

Um also die obigen Maaſse der Maschinen zu vervollständigen, müssen wir noch erst die Maaſse der Esse und des Kessels derjenigen Wagen,

von welchen wir zu sprechen haben werden, hinzufügen. Weiter unten werden unsere Versuche uns in den Stand setzen, an die Stelle dieser complicirten Angaben die einfachere der Verdampfungsfähigkeit einzuführen.

Die beiden vorzüglichsten von den folgenden Angaben sind diejenigen der Flächen, welche der strahlenden Hitze und der Erwärmung durch Berührung ausgesetzt sind.

Tafel der Maafse der Esse und des Kessels von 12 der besten Dampfwagen auf der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester.

Name und Nummer der Wagen.		Durchmesser der Cylinder.	Kolbenhub.	Durchmesser des Kessels.	Lage des Kessels und der Röhren.	Zahl der Röhren.	Durchmesser der Röhren.	Fläche der Esse gegen die strahlende Wärme.	Fläche der Röhren gegen die Erwärmung durch Mittheilung.	Fläche des Rostes.	Inhalt der Esse bis zu den untersten Röhren.	Durchmesser des Schornsteins.
		Zoll. Lin.	Zoll. Lin.	Fuſs. Zoll.	Fuſs. Zoll.		Linien.	Quadr.-F.	Quadr.-F.	Quadr.-F.	Cub.-F.	Zoll. Lin.
Samson	No. 13.	13 7,5	15 6,5	3 4,8	6 9,6	140	18,9	37,9	393,2	7,07	9,24	12 1,7
Jupiter	- 14.	10 8,2	15 6,5	2 8	6 3,7	79	18,9	33,9	214,3	5,73	9,49	11 7,8
Goliath	- 15.	13 7,5	15 6,5	3 4,8	6 9,6	132	18,9	38,0	383,6	7,07	9,24	12 1,7
Vulcan	- 19.	10 8,2	15 6,5	2 11	6 3,7	107	18,9	32,4	290,1	6,13	7,01	13 0,3
Fury	- 21.	10 8,2	15 6,5	2 11	6 3,7	107	18,9	31,0	290,1	5,77	7,45	13 0,3
Victory	- 22.	10 8,2	15 6,5	2 11	6 6,7	97	18,9	35,5	263,0	5,91	10,05	13 0,3
Atlas	- 23.	11 7,8	15 6,5	2 11	7 7,8	65	18,9	53,8	206,0	8,68	12,39	11 7,8
Vesta	- 24.	10 9,4	15 6,5	2 8	6 9,6	80	18,9	43,3	242,1	6,66	10,67	11 2,0
Liver	- 26.	10 8,2	15 6,5	2 11	6 3,7	97	{70 20,4 / 27 16,0}	37,4	267,2	7,64	11,37	13 0,3
Ajax	- 29.	10 8,2	15 6,5	2 8	6 5,6	63	23,3	30,7	215,5	5,73	7,62	13 0,3
Leeds	- 30.	10 8,2	15 6,5	2 11	6 3,7	107	18,9	32,6	290,1	5,84	7,54	13 0,3
Firefly	- 31.	10 8,2	17 6,5	2 11	7 3,4	110	18,9	40,4	342,0	6,75	13,03	13 0,3

Anm. Die Maschine Samson (No. 13.) ist neu gebaut. An der Fury No. 21. sind die Röhren sehr dünn, und an der Firefly ist die Esse jetzt geändert.

Man wird weiter unten sehen, daſs in Kesseln von solchen Formen und Maaſsen die Maschine in der Minute 1 Cubikfuſs (Engl.), also in der Secunde etwa 1 Pfund (Engl.) Wasser zu verdampfen vermag, mit einer Spannung des Dampfes von 51,3 Pfund (Preuſs.) auf den (Preuſs.) Quadratzoll.

Bei Vergleichung der Heitzflächen der verschiedenen Maschinen muſs man die unmittelbar der strahlenden Hitze ausgesetzten Flächen von denen wohl unterscheiden, welche die Hitze bloſs, bei ihrem Durchgange von der Esse nach dem Schornstein, durch Mittheilung empfangen. In des Herrn Wood Schrift S. 403 wird eines Versuches des Herrn Robert Stephenson gedacht, nach welchem es scheint, daſs die Wirkungen der Feuerung in

den beiden Fällen sich wie 3 zu 1 verhalten. Wir wurden durch Umstände verhindert, den Versuch zu wiederholen.

Der Stephensonsche Versuch wurde mit einem den beschriebenen ähnlichen Kessel angestellt; aber der obere Theil desselben war abgehoben, und der der unmittelbaren Wirkung des Feuers ausgesetzte Theil war von demjenigen abgesondert worden, der die Hitze bloſs durch Mittheilung erhält. Das Wasser wurde zum Sieden gebracht, und, nachdem es eine Zeit lang gekocht hatte, wurde das in jeder Abtheilung verdampfte Wasser gemessen. So fand man, daſs auf jeden Quadratfuſs der strahlenden Wärme ausgesetzter Fläche 3 mal so viel Wasser verdampft worden war, als auf einen Quadratfuſs Fläche, welcher die Hitze durch Mittheilung empfing. Die Thatsache kann in so fern für festgestellt erachtet werden, als von Apparaten die Rede ist, die den oben beschriebenen ähnlich sind.

§. 17.

Von Dampfwagen von anderer Construction.

Die oben beschriebenen Dampfwagen sind die wirksamsten, die bis jetzt gebaut wurden. Alle Wagen der Liverpooler Bahn sind von dieser Art.

Auf andern Eisenbahnen findet man auch noch andere Dampfwagen. Auf der Eisenbahn zwischen Stockton und Darlington wird langsamer gefahren. Wir wollen einen Begriff von den dort üblichen Wagen geben.

Die Unternehmer dieser Bahn besitzen 23 Dampfwagen: von der ältesten bis zur neuesten Form.

In dem einen Wagen strömt das Feuer in einer einzigen Röhre durch den Kessel, welche Röhre als Esse dient und unmittelbar mit dem Schornstein in Verbindung steht. In einigen anderen biegt sich die Feuerröhre durch den ganzen Kessel, und kommt nach dem Schornstein zurück, der sich in diesem Falle nahe an der Einheitzthür befindet. Wieder in anderen theilt sich die Röhre oder der Rauchfang am Ende des Kessels, und kommt als zwei kleinere Röhren zurück. In noch anderen befindet sich das Feuer in einer inneren Röhre, und die Flamme gelangt zum Schornstein in etwa 100 kleinen Röhren, nach der Liverpooler Art. Endlich sind auch drei von den Dampfwagen genau so gebaut, wie die bei Liverpool.

Die Unternehmer der Liverpooler Bahn transportiren sowohl Güter, als Passagiere. Die letzteren werden etwa $2\frac{2}{9}$, die ersteren etwa $1\frac{1}{4}$ Mei-

len in der Stunde fortgeschafft. Blofs die Maschinen mit kleinen Röhren dienen zum Transport der Passagiere; die andern können dazu nicht Dampf genug entwickeln. Für eine Geschwindigkeit von 1⅓ Meilen in der Stunde, und für einen Zug von 24 Wagen, welche, leer auf der Bahn fahrend, gleich sind einer Ladung von etwa 1183 Ctr. auf horizontalen Schienen, sind die Kessel mit zurückgebognen Röhren vortheilhafter befunden worden. Sie erzeugen hinreichend Dampf, und sind wohlfeiler zu bauen und zu erhalten, weil sie einfacher und ganz von Eisen sind, während zu den Röhrenkesseln Kupfer nöthig ist.

Aufser den Kesseln sind auch die übrigen Theile der Maschinen von verschiedener Art. Die Cylinder befinden sich zum Theil aufserhalb und stehen senkrecht. Die Bewegung der Kolben wird nicht vermittelst Kurbeln auf die Achse, sondern vermittelst Stangen, aufserhalb, auf die Räder übertragen, in deren Speichen diese Stangen vermittelst eines Dorns eingreifen. Diese Maschinen haben im Allgemeinen 6 gleich grofse Räder, von 3 Fufs 10,6 Zoll Durchmesser. Zwei von den Rädern werden unmittelbar durch die Cylinderkolben auf die so eben beschriebene Weise in Bewegung gesetzt; die andern Räder sind an jene beiden durch Stangen gekuppelt, so dafs alle 6 Räder auf die Bahnschienen eingreifen.

Das Gewicht dieser Wagen ist verschieden. Mit Ausnahme der drei, die, wie gesagt, den Liverpooler Maschinen gleich gebaut sind, und die nur etwa 108 Centner wiegen, beträgt das Gewicht der übrigen 197 bis 237 Centner.

Alle diese Maschinen ruhen auf Druckfedern. Bei einigen ältern gedachte man die Federn durch das Wasser im Kessel vertreten zu lassen. Das Wasser sollte, vom Dampfe getrieben, auf kleine bewegliche Kolben drücken; aber, so sinnreich auch die Idee war, zeigte sich doch, dafs die Federkraft in der Ausübung zu veränderlich war, und die Absicht wurde wieder aufgegeben.

Die Verhältnisse der Theile der Dampfwagen auf der Darlingtoner Eisenbahn sind folgende.

Durchmesser der Cylinder	14 Zoll 1 Linie,
Kolbenhub	15 Zoll 6 Linien,
Durchmesser der Räder	3 Fufs 10,6 Zoll,
Gewicht des Wagens	217 Ctr.,
Spannung des Dampfes, auf den Quadratzoll . .	49,3 Pfund.

Die Spannung der Dämpfe wird noch nach der Festigkeit des Kessels, deren man versichert ist, verändert. Wenn die Tafeln, aus welchen der Kessel zusammengesetzt ist, anfangen, dünn zu werden, so wird der Druck bis auf 37 Pfd. auf den Quadratzoll vermindert. In andern Fällen dagegen steigt die Spannung wohl bis auf 62 Pfd.

Zweites Capitel.

Von der Spannung der Dämpfe in Dampfmaschinen.

Abschnitt I.

Berechnung der Spannung nach Hebel- und Federwage.

§. 18.

Von den Grundsätzen, auf welchen diese Berechnung beruht.

Wenn eine elastische Flüssigkeit in einem Gefäfs eingeschlossen ist, so übt sie auf die Wände des Gefäfses nach allen Seiten hin einen Druck aus, der die Wirkung und das Maafs ihrer ausdehnenden Kraft ist. Ist das Gefäfs schon mit Dampf gefüllt, und es kommt ferner Dampf hinzu, so nimmt die ausdehnende Kraft des Dampfes immer mehr zu; mithin auch der Druck auf die Wände des Gefäfses. Befindet sich nun irgend wo in der Wand des Gefäfses eine Öffnung, von einer beweglichen, mit einem gewissen Gewicht beladenen Klappe bedeckt: so ist klar, dafs die Klappe, sobald der Dampf im Gefäfs auf dieselbe von unten stärker drückt, als die Gewichte von oben, gehoben werden wird. Es wird also dann eine Ausgangs-Öffnung für den Dampf entstehen, und die Spannung des aus der Öffnung strömenden Dampfes wird dem Drucke der Gewichte auf der Klappe gleich sein.

Man mufs indessen nicht übersehen, dafs nicht die Gewichte auf der Klappe allein es sind, was dem Ausströmen des Dampfes sich entgegensetzt. Auch der Druck der Atmosphäre, der auf die Klappe, wie auf jede andere Fläche wirkt, mit welcher er in Berührung kommt, widersetzt sich der Ausströmung. Er beträgt, wie bekannt, 15,086 Pfund auf den Quadratzoll. Es ist also die Summe der Gewichte auf der Klappe

und des Drucks der Luft, was das eigentliche Maafs der Spannung der Dämpfe ausmacht. Die Gewichte *allein* geben blofs den Überschufs der Spannung der Dämpfe über die der Luft; welchen Überschufs man die *wirksame* Spannung der Dämpfe nennt. Also, wenn z. B. ein Ventil 5 Quadratzoll grofs und mit 256,5 Pfund beladen ist, folglich auf jeden Quadratzoll desselben 51,3 Pfund Druck kommen: so beträgt der *wirksame* Druck des Dampfes 51,3 Pfund; welchen Druck man öfters der Bequemlichkeit wegen in Rechnung bringt, obgleich die *wirkliche* Spannung der Dämpfe in dem angenommenen Falle 15,086 Pfund mehr, also 66,386 Pfund auf den Quadratzoll beträgt.

Auf diese Weise mifst man die Spannung der Dämpfe in den Dampfwagen. Da dieselben wenigstens 51,3 Pfd. Dampfspannung auf den Quadratzoll nöthig haben, und das Ventil, um erforderlichen Falls allen Dampf aus dem Kessel zu entlassen, nicht weniger als 2 Zoll 5 Linien im Durchmesser oder 4,72 Quadratzoll Fläche haben mufs: so folgt, dafs, wenn das Ventil unmittelbar durch ein Gewicht angedrückt werden sollte, dasselbe 256,5 Pfd. betragen müfste. Ein solches Gewicht aber würde sich nicht unmittelbar mit der Hand aufheben lassen; was öfters während des Laufs des Wagens nöthig ist, besonders um zu sehen, ob nicht das Ventil sich festgesaugt habe, wodurch es unwirksam geworden sein würde.

Dieserhalb war es nöthig, einen Hebel anzubringen, um das Ventil niederzudrücken. An einem Hebel, der z. B. in dem Verhältnifs von 1 zu 5 getheilt ist, bringen schon 51,3 Pfund den Druck von 256,5 Pfunden hervor, ohne dafs man nöthig hätte, das gröfsere Gewicht selbst in Bewegung zu setzen. Da indessen das an den Hebel angehängte Gewicht bei der schnellen Bewegung des Wagens zu sehr schlottern, und das Ventil immerfort abwechselnd öffnen und schliefsen würde, so setzte man an die Stelle des Gewichts eine *Feder;* und so werden denn die Ventile jetzt durch Federn angedrückt.

§. 19.

Von den Hebel- und Federwagen.

Man sieht leicht, dafs die Kraft eines Dampfwagens, ohne näher das Maafs der Spannung der Dämpfe im Kessel zu kennen, sich nicht berechnen läfst, weil diese Spannung die bewegende Kraft der Maschine ist. Wenn man genöthigt wäre, von der durch den Maschinenbauer angegebenen Spannung der Dämpfe auszugehen, so könnten grofse Irrthü-

mer entstehen. Denn, in der Absicht, glauben zu machen, ein Dampfwagen leiste, ohne Erhöhung der Spannung der Dämpfe, mehr als ein anderer, wird zuweilen die Spannung nur auf 50 Pfd. angegeben, während sie in der Wirklichkeit wohl 60 oder 70 Pfund beträgt. Aufserdem wird im Allgemeinen die Berechnung der Dampfspannung so ungenau gemacht, dafs darauf kein Vertrauen zu setzen ist.

Wir waren also genöthigt, diesen Gegenstand näher zu erforschen.

Wir werden nun zuerst die Mittel angeben, die Spannung der Dämpfe durch Wägen und Messen der verschiedenen Theile der Ventil-Vorrichtung zu finden, für den Fall, dafs man keine Mercurialwage haben sollte. Darauf werden wir zeigen, wodurch Rechnungsfehler entstehen können, welche sich nur durch die Mercurialwage entdecken lassen. Endlich werden wir die Unsicherheit auch dieses letzten Instruments nachweisen, und darauf ein anderes statt seiner vorschlagen.

Wir bemerkten, dafs man sich eines Hebels bediene, um ein grofses Gewicht zu ersparen. Es sei S (Fig. 16. Taf. X.) das Ventil auf dem Kessel, und C der Ruhepunct des Hebels BC. Bei A drückt der Hebel vermittelst eines Knopfs auf das Ventil, und bei B ist ein Gewicht angehängt, oder vielmehr: es ist eine Feder angebracht, die der Hebel sos tark zieht, als ein bestimmtes Gewicht thun würde.

Wenn der Durchmesser des Ventils, das Verhältnifs der Hebelsarme, und die in B wirkende Kraft gegeben sind, so ist es leicht, den Druck in A auf den Quadratzoll des Ventils zu finden, oder, umgekehrt, aus dem Druck auf A die Kraft in B. Wenn P die Kraft in B ist, so ist $P.\frac{BC}{AC}$ der Druck in A auf das Ventil; und wenn S die Fläche des Ventils ist, so ist $\frac{P.BC}{S.AC}$ der Druck auf jeden Quadratzoll dieser Fläche.

Die Hebel der Ventile haben sehr verschiedene Verhältnisse. Diejenigen, welche zuerst Herr Edw. Bury zu Liverpool anordnete, sind unstreitig die bessern. Die beiden Hebelsarme verhalten sich hier zu einander, grade wie die Fläche des Ventils zur Einheit. *So* giebt unmittelbar das Gewicht P in B den Druck auf *einen Quadratzoll* des Ventils an. Gesetzt z. B., das Ventil sollte $2\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, also ungefähr 5 Quadratzoll Fläche haben: so würde man den beiden Hebelsarmen das Verhältnifs 5 zu 1 geben, so dafs $\frac{AC}{BC} = \frac{1}{5}$ wäre. Das Gewicht P bring

dann in A einen Druck $P.\frac{BC}{AC}=5P$ hervor; welches die gesammte Belastung des Ventils ist. Da nun das Ventil 5 Quadratzoll Fläche hat, so ist der Druck auf jeden Quadratzoll desselben $\frac{5P}{5}$ oder P. Sollte das Ventil 3 Zoll Durchmesser, also etwa 7 Quadratzoll Fläche bekommen, so müfste man den beiden Hebelsarmen das Verhältnifs 7 zu 1 geben.

Wir sagten, dafs man statt eines Gewichts am Ende des Hebels eine *Feder* anzubringen pflege. Dieselbe ist eine *Spiralfeder*, welche, mehr oder weniger zusammengedrückt, einen gröfsern oder geringern Widerstand leistet. Es befindet sich also in B eine *Federwage*, von der Art, wie man sich derselben zum häuslichen Bedarf bedient.

Eine solche Federwage hat eine Stange T (Fig. 16.), die man in der Hand hält, und an welcher eine Platte rs, mit einer langen und engen Öffnung, befestigt ist. Hinter der Platte ist eine cylindrische Röhre, in welcher sich eine Spiralfeder befindet, die sich in L gegen den Boden der Röhre stemmt. Am andern Ende wird die Feder durch ein Querstück mn geprefst. Am untern Boden der Röhre ist eine Stange P, an welche die zu wägenden Gewichte gehängt werden. Eine Verlängerung des Querstücks mn reicht durch den Schlitz der Platte, und trägt einen Zeiger, welcher, so, wie die Feder mehr oder weniger zusammengedrückt wird, auf und nieder geht. An dem Schlitze ist eine Theilung angeschrieben. Um dieselbe zu machen, werden bestimmte Gewichte von 1 Pfd., 2 Pfd. u. s. w. an P angehängt, und es werden die Puncte, bis zu welchen die Gewichte, indem sie die Feder zusammendrücken, den Zeiger heben, angemerkt. Wenn nun nachher ein zu wägendes Gewicht an P angehängt wird, und dasselbe treibt den Zeiger, z. B. bis zu dem Puncte 10 in die Höhe, so sieht man daraus, dafs das Gewicht 10 Pfd. beträgt. So sind die Federwagen eingerichtet, durch welche man die Spannung der Dämpfe bei den Dampfwagen mifst. Man sieht, dafs sich die Scale der Wage, wenn man sie abnimmt, und bestimmte Gewichte anhängt, leicht verificiren läfst.

Wenn bei der Maschine der Fufs P der Wage, an welchen sonst die zu wägenden Gewichte gehängt werden würden, auf dem Kessel befestigt ist, die Stange T dagegen, welche man beim Wägen in der Hand halten würde, an dem Arme des Hebels: so geht diese Stange durch ein in den Arm des Hebels gemachtes Loch, und wird von oben auf dem He-

bel durch eine Schraube angezogen. Soll nun die Wage einen Druck, z. B. von 10 Pfund anzeigen, so darf man nur die Schraube so lange drehen, bis die Feder den Zeiger bis auf den Punct 10 treibt; und so für jedes andere Gewicht.

Um nun umgekehrt die Spannung der Dämpfe im Kessel zu messen, darf man nur die Schraube so weit lösen, bis der Dampf das Ventil zu heben anfängt. Denn alsdann ist die Spannung des Dampfes mit derjenigen der Feder der Wage im Gleichgewicht, und man sieht den Betrag der Spannung in Pfunden am Zeiger der Wage.

§. 20.

Von den nöthigen Correctionen der Gewichts-Angaben der Federwage.

Auf die so eben beschriebene Weise pflegt man meistens den Druck auf das Dampfventil zu berechnen. Es ist indessen leicht zu sehen, daſs es, rücksichtlich der Art, wie die Federwage auf das Ventil wirkt, um die Spannung des Dampfes im Kessel zu erfahren nicht hinreicht, die Zahl von der Scale abzulesen, und daraus den Druck des andern Hebel-Armes auf die obige Weise zu ermitteln. Zuerst kommt nemlich vielmehr die Wirkung des Gewichtes des Hebels selbst in Betracht; denn ehe der Dampf auf die Feder am Ende des Hebels wirken kann, muſs er erst den Hebel selbst heben. Eben so muſs er auch erst das Gewicht des Ventils heben. Sodann wird, wenn man die Wage beim gewöhnlichen Wägen in der Hand hält, die zu wägende Last an den *Boden* der Wage angehängt. Dann aber trägt die Hand die oberen Theile derselben, nemlich die Stange, nebst der Feder, woran sie befestigt ist; was nicht in Betracht kommt, da es keine Theile der zu wägenden Last sind. Hier hingegen sind die Stange, die Schraube und die Feder ein Theil des an dem Ende des Hebels aufgehängten Gewichts, welches zu dem durch den Index angezeigten Gewichte hinzukommt. Alle diese zusätzlichen Gewichte muſs erst die Feder heben, ehe sie auf das Ventil wirken kann. Jene Gewichte müssen also in Rechnung gebracht werden. Man erfährt daher den Druck auf das Ventil erst, wenn man zu den bei Eichung der Feder angehängten Gewichten den Widerstand des Gewichts des Hebels, und den Druck hinzuthut, welchen das Gewicht der Stange und der Feder am Ende des Hebels hervorbringt.

Erstlich: um die Wirkung des Hebels auf das Ventil zu finden, muſs der Hebel von der Wage abgelöset werden. Es muſs ein Faden um

den Dorn A gewunden, oder durch die dortige Öffnung des Hebels gezogen, und dann der Zug des Hebels an dem Faden durch eine andere Federwage gewogen werden. Dieses Gewicht wird den Druck des Hebelgewichts auf das Ventil geben, zu welchem nun noch das Gewicht des Ventils selbst hinzukommt, welches durch gewöhnliches Wägen gefunden wird. Wenn der Hebel, wie gewöhnlich, 3 Fuſs lang und angemessen dick ist, so drückt er auf das Ventil so stark, als ein Gewicht von 27 bis 28 Pfund. Die Scheibe eines Ventils von $2\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser, und $\frac{1}{4}$ Zoll dick, wiegt etwa $\frac{2}{3}$ Pfund. Es vertheilt sich also noch ein Gewicht von etwa $28\frac{1}{2}$ Pfd. auf die Fläche des Ventils; es kommen daher, wenn dieselbe 5 Quadratzoll beträgt, noch etwa $5\frac{1}{2}$ Pfund zusätzlicher Druck auf den Quadratzoll, hinzu. Ist der Hebel bloſs 15 Zoll lang, so drückt er mit $7\frac{1}{2}$ Pfd. auf das Ventil, und es kommen, mit Rücksicht auf das Gewicht der Ventilscheibe selbst, auf den Quadratzoll ihrer Fläche etwa $1\frac{1}{2}$ Pfd. hinzu.

Zweitens. Um das Gewicht der von dem Hebel getragenen Theile der Wage zu erfahren, muſs man dieselbe aus einander nehmen, und die Stange und die Feder besonders wägen. Indessen kann man diese Operation auch ersparen, wenn man die Wage umgekehrt, die Stange nach oben, aufhängt. Der Zeiger wird dann den Unterschied zwischen dem Gewichte der Stange, nebst Feder, und dem Gewichte des übrigen Theils anzeigen. Sucht man darauf das Gewicht der ganzen Wage durch gewöhnliches Wägen, so läſst sich daraus das Gewicht der Feder nebst Stange berechnen. Hat man nemlich für die eigentliche Lage der Wage 0 an den Punct des Zeigers für den Fall gesetzt, wo kein Gewicht angehängt ist, und wo also die Feder bloſs den untern Theil der Wage trägt; und man hängt nun Gewichte an, und merkt für jedes den Stand des Zeigers: so giebt der Zeiger die Spannung der Feder für diese Gewichte an, zusammen mit dem Gewichte des untern Theils der Wage. Kehrt man darauf die Wage um, die Stange nach oben: so wird die Feder von dem Gewichte der Stange und der Feder gezogen. Zeigt jetzt der Index Null, so wiegen die Stange und die Feder eben so viel, wie der untere Theil der Wage. Zeigt derselbe dagegen 2 Pfd., 3 Pfd., so wiegen die Stange und die Feder 2, 3 Pfd. mehr, als der Wage unterer Theil. Gesetzt B sei das Gewicht der ganzen Wage, T das Gewicht der Stange nebst Feder, P' das Gewicht des untern Theils der Wage, und die Wage zeige, umgekehrt, m Pfund, so ist $m = T - P'$. Andererseits ist das Gewicht der Wage

gleich dem Gewicht ihrer einzelnen Theile, das heifst, es ist $B = P' + T$. Addirt man die beiden Gleichungen, so findet sich $B + m = 2T$, und folglich $T = \frac{1}{2}(B + m)$.

Wenn der Hebel blofs 15 Zoll lang ist, so wiegt die Wage gewöhnlich 4 Pfd., und zeigt umgewendet $1\frac{1}{2}$ Pfd. Also ist in diesem Falle $T = \frac{1}{2}(4 + 1\frac{1}{2}) = 2\frac{3}{4}$ Pfd.; welches Gewicht zu demjenigen, so auf das Ende des Hebels wirkt, und welches die Wage anzeigt, hinzugethan werden mufs. Ist der Hebel 3 Fufs lang, so kann die Wage schwächer sein. Sie wiegt dann gewöhnlich nur 2 Pfd., und zeigt umgewendet $1\frac{1}{2}$ Pfd., welches für das Gewicht der Stange und der Feder $T = \frac{1}{2}(2 + 1\frac{1}{2}) = 1\frac{3}{4}$ Pfd. giebt. Addirt man nun diese Gewichte zu denen, welche der Index der Wage anzeigt, und nimmt aufserdem auf die Wirkung des Gewichts des Hebels Rücksicht: so findet sich der wirkliche Druck auf das Ventil; und dieser, durch die Zahl der Quadratzolle seiner Fläche dividirt, giebt den Druck auf einen Quadratzoll des Ventils.

Aus dem Vorhergehenden sieht man, dafs durch Nichtberücksichtigung des Gewichts des Hebels und der Wage für einen langen Hebel ein Irrthum von 7 bis 8 Pfd., und für einen kurzen Hebel eine Differenz von 3 bis 4 Pfd. entstehen kann; was immer beträchtlich genug ist.

Bezeichnet man, zusammengenommen,

Das Gewicht, welches der Index anzeigt, durch P;

Das Gewicht der Stange nebst Feder der Wage durch T;

Die Wirkung des Gewichts des Hebels auf das Ventil durch L;

Das Gewicht des Ventils selbst durch D;

Die Fläche des Ventils, in Quadratzollen, durch S;

so ist, für Fig. 16. Taf. X.,

$$\frac{(P+T)\frac{BC}{AC} + L + D}{S}$$

der Druck auf jeden Quadratzoll des Ventils.

Dafs die hier betrachteten Wirkungen nicht berücksichtigt werden, ist der Grund, warum man so oft an Dampfwagen Federwagen findet, welche, der Voraussetzung nach, für 50 Pfd. Spannung auf den Quadratzoll eingerichtet sind, während der Druck in der That 55 bis 60 Pfd. beträgt. Wir werden bald Gelegenheit zur Anwendung dieser Auseinandersetzungen finden, die dann dadurch werden noch deutlicher werden.

§. 21.

Von dem Dampfventile.

Die obigen Irrthümer bei der Schätzung der Spannung der Dämpfe sind nicht die einzigen. Es giebt häufig noch andere, die zu berichtigen weniger leicht ist.

Damit das Ventil die Öffnung, welche es bedecken soll, genau verschließe, ohne sich anzusaugen, muſs es ein wenig conisch oder mit schiefem Rande gemacht werden. Verschlieſst nun das Ventil die Öffnung gänzlich, so kann der Dampf offenbar nur auf seine *untere* Fläche drücken. In diesem Fall also bezeichnet S in der obigen Formel die *untere* Fläche des Ventils. Man findet folglich durch die Formel in der That die Spannung der Dämpfe für den Fall, daſs die Ventilöffnung ganz verschlossen ist, oder daſs wenigstens das Ventil nur erst sehr wenig sich gehoben hat. Sobald aber Dampf in gröſserer Menge erzeugt wird, als ihn die Cylinder verbrauchen, und derselbe dann heftig durch die Ventilöffnung entweicht, hebt er das Ventil beträchtlich; und dann drückt er nicht mehr bloſs auf die untere Fläche der Klappe, sondern offenbar auf eine gröſsere Fläche, die um so mehr zunimmt, je höher sich das Ventil hebt. Es drücke z. B. der Dampf auf die Fläche cd, Fig. 20. Taf. X., statt auf die Fläche ab, so muſs man für S jene Fläche statt dieser setzen. Aber cd zu messen, um das Heben des Ventils zu berücksichtigen, ist schwer, wenn nicht unmöglich. Die Schwierigkeit der Berechnung wird noch dadurch vergröſsert, daſs der Dampf zwar auf die Fläche ab *senkrecht* drückt, auf die Flächen ca und bd hingegen *schief:* unter einem Winkel, der sich ändert, so wie das Ventil höher steigt.

Die Folge dieser Veränderung der Ventilfläche scheint zwar beim ersten Anblicke nur gering zu sein; aber sie ist in der That nicht unbeträchtlich. Es habe z. B. das Ventil unten $2\frac{1}{2}$ Zoll und oben 3 Zoll Durchmesser, wie es öfters wirklich der Fall ist. Nun habe der Durchmesser des Ventils, dadurch, daſs es von dem Dampfe gehoben wurde, nur um $\frac{1}{8}$ Zoll zugenommen, und betrage jetzt $2\frac{5}{8}$ statt $2\frac{1}{2}$ Zoll: so enthält seine Kreisfläche schon 5,41 statt 4,91 Quadratzoll. Wäre also der gesammte Druck auf das Ventil, von Seiten der Feder, des Hebels und des Gewichtes der Wage und des Ventils selbst, 245 Pfund: so kommen auf den Quadratzoll der Ventilfläche, in dem Falle, wenn dasselbe geschlossen ist,

$\frac{245}{4,91} = 50$ Pfd., und in dem Falle, wenn das Ventil, wie vorhin angenommen, von unten gehoben worden ist, nur $\frac{245}{4,91} = 45,27$ Pfd.; woraus folgt, daſs die Wage für merklich verschiedene Spannungen der Dämpfe nur eins und dasselbe anzeigt. Der Unterschied beträgt schon gegen 5 Pfd., und kann noch gröſser werden, wenn das Ventil sich noch weiter hebt. Die obige Berechnung paſst daher bloſs für den Fall, wo das Ventil gänzlich verschlossen, oder doch nur wenig gehoben ist.

Auſserdem muſs auch gewöhnlich noch das Ventil so gemacht werden, wie es Figur 21. zeigt; und dann wird nicht mehr die gröſsere untere Fläche *ab*, sondern die Fläche *cd* gedrückt. Also, wenn der Unterschied von *ab* und *cd* $\frac{1}{8}$ Zoll beträgt, so findet sich schon ein Unterschied von 4 bis 5 Pfd. Spannung auf den Quadratzoll. Man kann nun zwar wirklich *cd* statt *ab* messen, und in Rechnung bringen: aber es bleibt immer noch das Heben des Ventils übrig, dessen Wirkung sich nicht schätzen läſst.

[„Der Text dieses Paragraphs ist, ohne etwas Wesentliches wegzulas„sen, bei der Übersetzung einigermaſsen zusammengezogen worden." D. H.]

Die Quecksilber-Wage, welche wir nunmehr beschreiben wollen, vermindert die Irrthümer: aber sie ist kostbar, und bis jetzt so selten, daſs, auſser bei der Liverpooler Eisenbahn, die Spannung der Dämpfe überall nur noch auf die obige Weise gemessen wird.

Abschnitt II.

Von dem Quecksilber-Spannungsmesser.

§. 22.

Einrichtung und Gebrauch desselben.

Die obigen Berechnungen können in vielen Fällen zureichend sein. Sie sind aber beschwerlich, und nicht ohne Ausmessung und Wägung verschiedener Theile der Maschine, welche Zeit und Mühe erfordern, ausführbar. Auch sind sie bloſs dann anwendbar, wenn die Maschine still steht. Ein Werkzeug, welches unmittelbar, und auf den bloſsen Anblick, die Spannung der Dämpfe angiebt, wird daher offenbar sehr nützlich sein. Denn es wird in allen Fällen, selbst wenn das Ventil gehoben ist, keine Schwierigkeit weiter übrig lassen, und alle Rechnung ersparen. Es kommt bloſs darauf an, auf welche Weise die Maschine der Probe zu unterwerfen sei.

Das hiezu gebräuchlichste Werkzeug ist der Quecksilber-Dampfspannungsmesser. Er beruht auf denselben Grundsätzen, wie der gewöhnliche Barometer. *Mbm* Fig. 18. Taf. X. nemlich ist eine mit Quecksilber gefüllte Röhre. Das Quecksilber darf nicht höher steigen, als bis *M* und *m*. *FG* ist mit Wasser gefüllt. Das Wasser darf nicht höher steigen, als bis zu dem Hahn *E*, welcher bestimmt ist, das etwa durch Niederschlag hinzugekommene überflüssige Wasser abzulassen. *R* ist eine durch einen Hahn verschlossene Öffnung, durch welche Quecksilber und Wasser, wenn sie fehlen, eingegossen werden können. Endlich ist *C* eine angeschraubte Ansatzröhre, deren anderes Ende in den Dampfkessel hineinreicht. Diese Röhre ist biegsam, und gewöhnlich von Zinn. Sie bringt das Werkzeug mit dem Dampfkessel in Verbindung. Sie ist an demselben angeschraubt, und an der Kesselwand durch einen Hahn verschliefsbar.

Wenn nun das Instrument gebraucht werden soll, so giefst man noch so lange Quecksilber in die Öffnung *R*, bis man gewifs ist, dafs es in der Röhre die Puncte *M* und *m* erreicht hat. Hierauf wird die Schraube *M* geöffnet, damit das überflüssige Quecksilber abfliefse. Nun wird die Schraube *M* wieder geschlossen; es wird noch Wasser durch *R* in *FG* gegossen, und das etwa überflüssige durch den Hahn *E* abgelassen. Endlich wird das Instrument mit dem Dampfkessel in Verbindung gesetzt. Der durch *C* eindringende Dampf drückt nun vermöge seiner Spannung auf das Wasser in *FG*, und treibt dasselbe, folglich auch das Quecksilber in *Mb*, so weit hinunter, und mithin dasjenige in dem oben offenen Arme *mb* so weit hinauf, bis das Übergewicht des Quecksilbers mit der Spannung des Dampfes ins Gleichgewicht gekommen ist. Ein Schwimmer auf dem Quecksilber, in *m*, wird von demselben gehoben, und ein mittelst eines über eine Rolle *p* gehenden Fadens an den Schwimmer gehenkter Zeiger *S* fällt zwischen den Röhren so tief, wie das Quecksilber gestiegen ist, und zeigt an einer Scale die verschiedenen Spannungen des Dampfs an. Gesetzt, die Länge des Instrumentes von *M* bis *b* sei 78 Zoll (Engl.), so kann die Röhre *Mb* 156 Zoll hoch Quecksilber fassen; und da nun eine 156 Zoll hohe Quecksilbersäule, von 1 Quadratzoll Querschnitt, etwa 80 Pfd. wiegt, so mifst das Instrument einen Druck von 80 Pfd. auf den Quadratzoll.

Der Behälter *FG* ist 6 Zoll hoch, und hat 8 Zoll im Durchmesser. Das Wasser in demselben hat den Zweck, den Röhrenarm *mb* anzufüllen,

so wie das Quecksilber in demselben sinkt. Der Behälter *FG* hat einen viel gröfsern Durchmesser, als die Röhre, und sein Inhalt ist so berechnet, dafs er allenfalls den ganzen Röhrenarm *mb* füllen kann. Dieses ist nothwendig, damit das während der Messung durch den Niederschlag gebildete Wasser nicht in die Röhre gelange. Da dieselbe nur enge ist, z. B. nur $\frac{1}{2}$ Quadratzoll Querschnitt hat, so würde das Wasser in ihr alsbald zu einer beträchtlichen Höhe steigen, und es würde dadurch ein Überschufs an Gegendruck entstehen, der das Resultat unrichtig machen würde. So dagegen vertheilt sich das niedergeschlagene Wasser über den gröfsern Querschnitt des Gefäfses *FG*, von 7 Quadratzollen, und die Druckhöhe, von welcher, wie bekannt, der Druck auf die Einheit der Fläche allein abhängt, verändert sich nur so wenig, dafs die Differenz füglich bei Seite gesetzt werden kann.

Um die Scale zu theilen, mufs man an derselben erst den Nullpunct suchen. Zu dem Ende wird, wie oben beschrieben, Quecksilber und Wasser eingegossen; die beiden Röhrenarme werden mit der Luft in freie Verbindung gesetzt, und darauf wird der Punct, an welchem der Zeiger steht, angemerkt; denn er ist derjenige, welcher dem Fall entspricht, wo der Arm *Mb* nichts weiter als den Druck der Luft zu tragen hat. Enthielten die beiden Arme der gebogenen Röhre nur Quecksilber allein, so würde dasselbe in beiden gleich hoch stehen. So drückt aber die Wassersäule *EM* das Quecksilber in den Arm *Mb* hinunter, und folglich in den Arm *mb* hinauf. Inzwischen kann man auch die Gleichheit der Höhe des Quecksilberstandes in beiden Röhrenarmen dadurch herstellen, dafs man den Schwimmer so schwer macht, dafs er der Wassersäule *EM* das Gleichgewicht hält.

Hierauf mufs, weiter, der andere äufserste Punct der Scale gesucht werden. Gesetzt ω sei der Druck, welcher aufgewogen werden soll, und das Quecksilber steige zu dem Ende bis x. Um dieselbe Höhe mx, um welche das Quecksilber in dem Arme *mb* gestiegen ist, mufs es in dem Arme *Mb* gefallen sein, z. B. bis x_1. Es mufs also $mx = Mx_1$ sein, und der Theil Mx_1 der Röhre *Mb* mufs sich aus dem Behälter *EF* mit Wasser gefüllt haben. Das Quecksilber, welches sich *unter* einer Horizontalen durch x_1 befindet, steht im Gleichgewicht mit sich selbst. Wir haben daher nur die Bedingungen des Gleichgewichts *über* der Horizontalen durch x_1 in Rechnung zu bringen. Über dieser Horizontalen wirkt in dem einen

Röhrenarme der Druck der Wassersäule $Mx_1 = x$, und die Dampfspannung ω: in dem andern eine Quecksilbersäule von der Höhe $2x$, und der Druck der Atmosphäre. Bezeichnet man

Durch P das Gewicht der Quecksilbersäule;
Durch P_1 das Gewicht der Wassersäule;
Durch ϱ den Druck der Luft und, wie vorhin,
Durch ω die Dampfspannung:

so ist

$$\varrho + P = P_1 + \omega,$$

oder

$$P = P_1 + (\omega - \varrho).$$

$\omega - \varrho$ ist das Übergewicht der Dampfspannung über den Druck der Luft, oder die *wirksame* Spannung des Dampfs, auf welche es bei allen Hochdruckmaschinen ankommt. Die Quecksilbersäule, deren Gewicht wir durch P bezeichneten, hat den Querschnitt der Röhre zur Grundfläche, welche b sein mag, und zur Höhe $2x$. Ihr Volumen ist also $2bx$, und wenn δ die Dichtigkeit des Quecksilbers ist, so ist ihre Masse $2\delta bx$. Ist ferner g die beschleunigende Kraft der Schwere, so ist $2g.\delta bx$ das Gewicht der Säule, d. h. es ist $P = 2g\delta bx$. Der Querschnitt der Wassersäule ist ebenfalls b, ihre Höhe x, also ihr Volumen bx, und wenn die Dichtigkeit des Wassers durch δ_1 bezeichnet wird, ihr Gewicht $P_1 = g\delta_1 bx$. Setzt man die Dichtigkeit des Wassers $= 1$, so ist die des Quecksilbers 13,568; also ist $\delta_1 = \frac{\delta}{13{,}568}$, und folglich $P_1 = \frac{g\delta bx}{13{,}586}$. Andrerseits kann der wirksame Druck des Dampfes $\omega - \varrho$ immer durch denjenigen einer Quecksilbersäule ausgedrückt werden, die auf den Querschnitt b eben so stark wirkt, als der Druck des Dampfes. Bezeichnet man

Durch h die Höhe dieser Quecksilbersäule,

so ist

$$\omega - \varrho = g\delta bh.$$

Setzt man diese Werthe von P_1, P und $\omega - \varrho$ in die obige Gleichung für das Gleichgewicht, so erhält man

$$2g\delta bx = \frac{g\delta bx}{13{,}568} + g\delta bh,$$

und daraus

$$2x = \frac{x}{13.568} + h \quad \text{und} \quad x\left(2 - \frac{1}{13.568}\right) = h,$$

oder

$$x = 0{,}51913\,h.$$

Die Höhe der Quecksilbersäule, deren Druck dem des Dampfes gleich kommt, ist leicht zu finden. Denn man weifs, dafs eine Quecksilbersäule von 1 Zoll hoch auf jeden Quadratzoll ihrer Grundfläche mit dem Gewicht von 0,52292 Pfd. drückt. Daraus läfst sich die Höhe jeder andern Säule leicht berechnen. Z. B. die Höhe einer Säule, die den Druck von 70 Pfd. vorstellt, giebt die Proportion:

$$0{,}52292 \text{ Pfd.} : 1 \text{ Zoll} = 70 \text{ Pfd.} : h,$$

woraus $h = 133{,}86$ folgt. Dieses giebt weiter oben in Zollen:

$$x = 0{,}51913 . 133{,}86 = 69{,}49 \text{ Zoll};$$

das heifst: das Quecksilber mufs, um einer Spannung des Dampfes von 70 Pfd. auf den Quadratzoll das Gleichgewicht zu halten, 69,49 Zoll über m in die Höhe steigen.

Dieselbe Rechnung pafst für jeden anderen Druck; aber sie ist nicht immer zu wiederholen nöthig. Denn wenn man einmal den Nullpunct, und den dem Maximo des Drucks correspondirenden Punct der Scale gefunden hat, so darf man nur den Abstand der beiden Puncte in gleiche Theile theilen, um die Scale zu graduiren, weil, wie wir gesehen haben, x blofs von h abhängt, und ihm proportional ist.

[„Diese Rechnung läfst sich auch kürzer, wie folgt, machen."

„Ein Cubikzoll Quecksilber wiegt, nach der obigen Annahme, „0,52292 Pfund. Also ist der Druck *von unten* auf *jeden Quadratzoll* „des Querschnitts der Röhre, in x_1, gleich $2x . 0{,}52292$ Pfd. Denn das Queck- „silber, welches sich in der Röhre *unter* der Horizontale durch x_1 befindet, „steht mit sich selbst im Gleichgewicht, und es drückt auf den Querschnitt „x_1 nur eine Quecksilbersäule von der Höhe $2x$. Ein Cubikzoll Wasser „wiegt $\frac{0{,}52292}{13{,}568}$ Pfd., nach der obigen Annahme, weil das Quecksilber 13,568 „mal so schwer sein soll, als Wasser. Also ist der Druck auf jeden „Quadratzoll des Querschnittes x_1, *von oben*, in so weit derselbe von dem „Gewichte der Wassersäule über x_1, deren Höhe x ist, herrührt, gleich „$x . \frac{0{,}52922}{13{,}568}$. Aufser der Wassersäule über x_1 aber drückt auch noch *von* „*oben* auf den Querschnitt x_1 die wirksame Spannung des Dampfes. Be- „zeichnet man dieselbe, für den Quadratzoll in Pfunden ausgedrückt, durch „s: so ist der *gesammte* Druck *von oben* auf jeden Quadratzoll des Quer- „schnitts x_1 gleich $\left(s + x . \frac{0{,}52922}{13{,}568}\right)$ Pfd. Dieser Druck von *oben* mufs dem

„Drucke von *unten*, welcher $2x . 0{,}52292$ Pfd. war, im Stande des Gleich-
„gewichts gleich sein. Also muſs sein:

$$2x . 0{,}52292 = s + x . \frac{0{,}52292}{13{,}568},$$

„und daraus folgt

$$x\left(2 - \frac{1}{13{,}568}\right) 0{,}52292 = s,$$

„und

$$x = 0{,}9927 . s,$$

„wo s die *Zahl der Pfunde* der Spannung des Dampfes auf 1 Quadrat-„zoll, und x die *Zahl der Zolle* der Höhe der Quecksilbersäule mx bezeich-„net. In dem Beispiele des Textes ist $s = 70$. Für dieses Beispiel giebt „also der vorige Ausdruck, wenn man darin $s = 70$ setzt, $x = 69{,}49$ Zoll; „wie oben. Man sieht, daſs man, weil 0,9927 der Einheit *sehr* nahe „kommt, ohne merkliche Fehler setzen könnte:

$$x = s,$$

„so daſs also das Quecksilber in der Röhre gerade um so viel *Zolle* steigen „muſs, als die Zahl der *Pfunde* ist, mit welcher der Dampf auf 1 Qua-„dratzoll Fläche drückt. Diese zufällige Übereinstimmung der beiden „Zahlen bei *Preuſsischem* Maaſse, die für *Englisches* Maaſs nicht Statt „findet, ist für die Praxis recht günstig." D. H.]

Wenn einmal die Quecksilberwage geeicht und graduirt ist, so darf man nur, wenn irgend ein Zweifel über die Spannung des Dampfes im Kessel entsteht, das Instrument ansetzen. Dasselbe zeigt dann sogleich die wahre Spannung, das Ventil mag gehoben oder geschlossen sein.

§. 23.

Von der Spannung der Dämpfe in den Kesseln der Dampfwagen, während diese sich fortbewegen.

Wenn man sich der Quecksilberwage bedient, um die Spannung der Dämpfe während eines Versuchs zu messen, so muſs man auf folgenden Umstand Acht haben. Behielte der Dampf, wenn das Ventil einmal regulirt ist, während der ganzen Fahrt *dieselbe* Spannung, so brauchte man dieselbe nur einmal, vor der Abfahrt, zu messen. Nachdem das Ventil für die Spannung, welche man verlangt, gestellt worden, dürfte das Instrument nur angesetzt werden; und nachdem die correspondirende Spannung bestimmt worden, würde dieselbe, in so fern weiter keine Änderung an der Federwage gemacht wird, jeden Augenblick während der ganzen Reise ersehen werden können.

So rechnen Einige, es mag von der Quecksilberwage Gebrauch gemacht worden sein, oder nicht. Wenn sie gefunden haben, dafs der Dampf mit 50 Pfund wirksamen Druck auf den Quadratzoll das Ventil hebt: so betrachten sie diesen Punct als denjenigen, wo der Dampf immer ausströmt, und setzen voraus, dafs derselbe, ohne sonstige Veränderung des Ventils, nie eine stärkere Spannung als 50 Pfund annehme. Versuche haben indessen gezeigt, dafs dieser Schlufs nicht richtig ist.

Man bemerkt bald, wenn man einen Dampfwagen aufmerksam betrachtet, dafs die Spannung des Dampfes im Kessel sehr *veränderlich* ist, wenn gleich das Ventil unveränderlich bleibt. Bewegt sich die Maschine schnell, mit mäfsiger Ladung, und gelangt an einen Abhang der Bahn, so mufs sie sogleich, wie gering auch der Abhang sein mag, eine stärkere Zugkraft entwickeln, weil die Wirkung des Gewichts der gesammten Masse auf der schiefen Ebene den Widerstand verstärkt. Die Wirkung des Abhanges wird um so bemerkbarer sein, je geringer die Zugkraft auf den *horizontalen* Stellen der Bahn war. So erfordert eine Ladung von 2240 Pfd. auf horizontaler Bahn nur etwa 8 Pfd. Zugkraft: auf einem Abhange von 1 auf 100 dagegen schon fast 4 mal so viel, nemlich, zur Überwindung der Wirkung auf der schiefen Ebene noch $\frac{2240}{100} = 22,4$ Pfd. *mehr*. Die Folge der plötzlich nothwendigen Vermehrung der Zugkraft ist aber, dafs der Dampfwagen, so wie er an dem Fufse des Abhanges anlangt, seine Geschwindigkeit beträchtlich vermindern mufs. Gesetzt, er habe bis dahin 480 Cylinder voll Dampf in der Minute verbraucht, und müsse nun, wegen des vergröfserten Widerstandes auf der Bahn, seine Geschwindigkeit bis auf den dritten Theil ermäfsigen, so wird er fortan nur 160 Cylinder voll Dampf consumiren. Gleichwohl aber erzeugt das durch den Lauf bis dahin heftig erregte Feuer fortwährend noch eben so viel Dampf. Zwar wird dieser Dampf mit gröfserer Spannung consumirt; aber die Erfahrung lehrt, dafs die Erhöhung der Spannung nicht die gröfsere Menge des Dampfes compensirt. Das Ventil mufs also anfangen, eine grofse Menge überflüssigen Dampfes abzuführen, welcher nun, um zu entweichen, das Ventil hebt. Aber das Ventil kann sich nicht heben, ohne die Feder der Wage zu drücken, und folglich ihre Spannung zu verstärken: also kann der Dampf nicht entweichen, ohne Erhöhung seiner eigenen Spannung. In der That hebt die Kraft der Spannung des

Dampfes an der Wage sogleich mehrere Pfund auf den Quadratzoll mehr, je nach der Heftigkeit des Feuers und der Construction der Maschine. Es ist also sehr gefehlt, wenn man annimmt, die wirksame Spannung des Dampfes steige nicht über 50 Pfund, weil sich bei dieser Spannung das Ventil hebt.

Wenn der entweichende Dampf das Ventil auf eine gewisse Höhe hebt, so wird der Zeiger um so stärker an der Scale weichen, je gröſser der Hebel der Wage ist; und um so gröſser wird die Spannung der Feder der Wage werden. Ein langer Hebel wird eine gröſsere Steigerung der Spannung anzeigen, als ein kürzerer.

Wir werden weiter unten sehen, daſs der Dampfwagen *Atlas*, dessen Hebel kurz ist, und dessen Ventil 2 Zoll 5 Linien im Durchmesser hat, vor Hindernissen die Spannung seines Dampfes von 54,4 bis auf 57,5 Pfd. steigert; dagegen die *Fury*, deren Hebel lang ist, und deren Ventil 2 Zoll 11 Linien im Durchmesser hat, unter denselben Umständen, von 54,4 bis auf 63,7 Pfd. Diese Veränderung der Spannung hängt zunächst von der durch Hindernisse der Bahn entstehenden Erhöhung des Widerstandes gegen die Zugkraft, oder von der Verminderung der Geschwindigkeit, und dann von den Abmessungen der Ventile, Hebel und Wagen ab, so wie von der Verdampfungsfähigkeit des Kessels: das heiſst, von der Menge des Dampfes, welchen die Maschine entwickelt.

Wegen dieser Steigerung der Spannung der Dämpfe in den Dampfwagen, für den Fall, daſs sie, Hindernisse wegen, ihre Geschwindigkeit mäſsigen müssen, haben diejenigen mit langen Hebeln einen wesentlichen Vorzug vor denen mit kurzen Hebeln, z. B. für das Ersteigen von Abhängen. Der Vortheil wird freilich nur dadurch erreicht, daſs man die Maschine einem stärkern Druck unterwirft, was sich eben sowohl durch Anziehen der Schraube der Federwage erreichen lieſse, um, nach Verhältniſs, die Spannung im Kessel zu erhöhen. Aber immer würde diese Veränderung gerade nur den Beweis geben, daſs nun eine gröſsere Kraft wirken müsse, und daſs es also unrichtig ist, anzunehmen, die Spannung des Dampfes übersteige nie 50 Pfund.

Die gedachte Veränderung der Spannung des Dampfes findet nur Statt, wenn sich die Maschine *fortbewegt*, also getrennt von der Quecksilberwage ist. Wenn daher eine Maschine unter gewissen Umständen gewirkt, das heiſst, eine bestimmte Ladung gezogen hat, und man hat nun

zu wissen nöthig, wie stark dabei die Spannung des Dampfes war: so muſs man während des Versuches die verschiedenen Grade niederschreiben, welche die Wage anzeigte. Hierauf muſs man nach Beendigung des Versuches die Quecksilberwage ansetzen, und das Feuer anschüren lassen, um den Zeiger der Wage durch alle die Grade zu treiben, welche er während der Fahrt angab. Dabei beobachtet man dann die Quecksilberwage, und findet die den verschiedenen Graden der Spannung correspondirende Spannung der Dämpfe. Auf diese Weise sind wir bei unsern Versuchen verfahren. Wir brachten der Reihe nach alle die Dampfwagen, mit welchen wir Versuche anstellten, und die alle mehr oder weniger von einander verschieden waren, unter die Quecksilberwage, und notirten die mit den Theilpuncten der Federwagenscale correspondirenden Grade der Quecksilberwage.

(Die Fortsetzung folgt im nächsten Hefte.)

4.

Nachrichten von der Eisenbahn zwischen St. Petersburg, Zarskoe-Selo und Pawlowsk.

Der Erbauer dieser Eisenbahn ist Herr *Franz Anton Ritter von Gerstner*, bekannt und berühmt durch mehrere Schriften, insbesondere durch das treffliche Handbuch der Mechanik, eines der besten Werke über Maschinen, Eisenbahnen etc., so wie durch den von ihm unternommenen und vollführten Bau der Eisenbahn zwischen Budweis und Linz. Herr von Gerstner hat über die Eisenbahn bei Petersburg, die erste in Rufsland, in einem Memoire, welches den Titel führt:

„Über die Vortheile der Anlage einer Eisenbahn von St. Petersburg „nach Zarskoe-Selo und Pawlowsk, deren Ausführung durch eine „Akziengesellschaft mit Allerhöchstem Privilegium Seiner Kaiserlichen „Majestät Statt findet. Von *Franz Anton Ritter von Gerstner.* „St. Petersburg, gedruckt in der Buchdruckerei von Carl Kray. Aus„gegeben zu St. Petersburg am 20. März 1836. *Mit Allerhöchst „eigener Bewilligung Seiner Kaiserlichen Majestät herausgegeben.*",

und welchem Memoire noch andere bei dem Fortgange des Baues nachfolgen werden, interessante Nachrichten mitgetheilt, verbunden mit eingestreuten, nicht minder interessanten Nachrichten von anderen Eisenbahnen. Dieses Memoire wird in St. Petersburg, Moskau und anderen gröfsern Russischen Städten unentgeltlich vertheilt. Bei seiner Durchreise durch Berlin, nach England, hat der Herr Verfasser die Güte gehabt, ein Exemplar desselben dem Herausgeber des gegenwärtigen Journals zu verehren, mit Hinzufügung mündlicher Mittheilungen über den Gegenstand der Schrift, und mit der Erlaubnifs, davon für das Journal Gebrauch zu machen.

Da einestheils die Eisenbahn bei Petersburg nicht allein an sich selbst, sondern auch noch insbesondere deshalb für das deutsche Publicum interessant sein wird, weil auch die Art, wie ihre Ausführung eingeleitet und besorgt wird, gerade diejenige sein dürfte, in welcher auch in Deutschland bei Eisenbahnen, die durch Actiengesellschaften entstehen, am

besten und mit der geringsten Gefahr des Mifslingens, zum Ziele zu gelangen sein möchte; und anderntheils die Schrift des Herrn von Gerstner nicht in den Buchhandel gelangt: so glauben wir, dafs es den Lesern dieses Journals angenehm sein werde, in den gegenwärtigen Blättern, durch *Auszüge* aus den Mittheilungen des Herrn von Gerstner, Nachrichten über die Petersburger Bahn zu finden.

Wir werden dem Vortrage des Herrn von Gerstner Schritt um Schritt folgen, und aus seiner Schrift, theils stellenweise *wörtlich*, theils *auszugsweise*, Dasjenige mittheilen, was für den deutschen Leser insbesondere von Interesse sein kann. Alle wörtlich aufgenommenen Stellen der Schrift werden vorn an den Zeilen mit „ „ bezeichnet werden.

Die Bemerkungen, welche der Herausgeber des gegenwärtigen Journals etwa einzuschalten sich erlauben wird, werden, in so fern sie sich nicht schon durch sich selbst vom Texte unterscheiden, in eckige Klammern eingeschlossen und am Schlusse mit D. H. bezeichnet werden.

Sämmtliches fremdes Maafs, Gewicht und Geld wird auf *Preufsisches* reducirt werden; wie es, um unmittelbar und ohne weitere Mühe einen deutlichen und *vollständigen* Begriff von dem in einer technischen Schrift Vorgetragenen zu erhalten, wesentlich nothwendig ist. Gerechnet hat man bei dieser Reduction, nach Eytelwein und Nelkenbrecher:

Den Russischen Fufs dem Englischen gleich; also = 0,971145 Preufsischen Duodecimal-Fufsen.

Den Werschock = 1 Zoll 8,394 Linien Preufsisches Duodecimal-Maafs.

Die Arschine oder Elle = 2,266068 Preufs. Duod.-Fufs.

Die Sasche oder Klafter = 6,798015 Preufs. Duod.-Fufs.

Die Werst = 283,25 Ruthen Preufs.

Das Russische Pfund = 0,873 Pfund Preufs.

Das Russische Pud, oder 40 Russische Pfunde, = 0,3174 Centner Preufs.

Und, nach dem vom Herrn Verfasser bezeichneten Course, den Rubel Assignationen = 8,749 Silbergroschen Preufs.

Das in der Schrift vorkommende *Englische* Maafs, Gewicht und Geld ist so gerechnet, wie hier oben S. 28 angegeben; das *Französische* Maafs, Gewicht und Geld nach seinem bekannten Werthe.

D. H.

Auszug aus der Zuschrift Sr. Erlaucht des Herrn Präsidenten des Kais. Russischen Reichsrathes, Grafen von Novossilzoff, d. d. St. Petersburg den 21. Dezember 1835. (Wörtlich.)

„Allerhöchst Se. kais. Majestät geruhten *dem Franz Anton Ritter „von Gerstner die ausschliefsende Bewilligung zu ertheilen, eine Akzien- „gesellschaft zur Unternehmung einer Eisenbahn von St. Petersburg „nach Zarskoe-Selo und Peterhof zu bilden.* Zu dieser Absicht wurde „demselben gestattet, eine Einladung zum Beitritte zu dieser Gesellschaft „sowohl innerhalb des Reiches, als aufser demselben bekannt zu machen, „und hierin folgende, von Allerhöchst Sr. Majestät hierüber festgesetzte „Bestimmungen aufzunehmen:"

1. „Jedermann, welcher der Unternehmung dieser Eisenbahn bei- „treten will, hat bei der Subskripzion an die, vom Ritter von Gerstner „hiezu bezeichneten Handlungshäuser den 5ten Theil des von ihm sub- „skribirten Kapitales in Baarem einzulegen."

2. „Die Akziengesellschaft ist dann konstituirt, sobald das für den „Bau der Eisenbahn erforderliche Kapital ganz gedeckt, d. h. der 5te „Theil hievon baar eingezahlt und die übrigen 4 Fünftel subskribirt sind. „Bevor diese Ratenzahlung geschehen, und der Rest des Capitals subskri- „birt ist, darf das definitive Privilegium weder im Namen des Ritters von „Gerstner, noch in jenem der Gesellschaft nachgesucht werden."

3. „Der auf solche Art gebildeten Gesellschaft haben Se. Maje- „stät in der Absicht, die Ausführung der Unternehmung möglichst zu un- „terstützen, vorläufig folgende Prerogative und Konzessionen zu verleihen, „und den Ritter von Gerstner zur Einschaltung derselben in dieses Pro- „gramm ausdrücklich zu ermächtigen geruht:"

a) „Der Gesellschaft wird das ausschliefsende Recht zum Baue der Ei- „senbahn von St. Petersburg nach Zarskoe-Selo und Peterhof er- „theilt; nur hat selbe vorerst einen Plan, worin die Richtung der „Bahn ersichtlich ist, vorzulegen, und die Bestättigung desselben von „der Regierung zu erbitten. Während zehn Jahren vom Tage der „Bekanntmachung des Privilegiums darf Niemand anderer eine Eisen- „bahn zwischen den genannten Punkten weder erbauen noch be- „nützen. Nach Ablauf der 10 Jahre bleibt die Eisenbahn fernerhin „noch das Eigenthum der Akziengesellschaft."

b) „Die Ausführung der zwei Eisenbahnen wird ganz so betrachtet, als „wenn es eine unmittelbar von der Regierung gemachte Unternehmung wäre, und der Gesellschaft wird das Recht der Grundeinlösung unter den Bedingungen gestattet, welche in der hier beigefügten Note festgesetzt sind."

c) „Die Gesellschaft ist verpflichtet, sich das nothwendige Eisen für den „Bau der Bahnen in Rufsland zu verschaffen, wenn die Eigenthümer „der russischen Eisenwerke dasselbe in gleicher Qualität und der erforderlichen Form mit einer Zulage von 15% zu jenem Preise liefern wollen, zu welchem die Gesellschaft das Eisen, mit Inbegriff „der Transportkosten bis St. Petersburg, aus England zu beziehen „vermag. Die Akziengesellschaft wird daher in einer öffentlichen „Bekanntmachung den Eigenthümern der russischen Eisenwerke den „Bedarf und die Qualität des Eisens anzeigen, welches sie zur Ausführung der Unternehmung benöthigt. Findet sich kein Eisenwerk „im Reiche, welches die Lieferung mit einem Zuschlage von 15% „gegen die englischen Preise zu übernehmen vermag, so ist die Gesellschaft ermächtigt, das Eisen aus England *zollfrei* zu beziehen, „wobei zu beobachten, 1tens dass nur der für die Ausführung der „beiden, im Privilegium genannten Eisenbahnen, nothwendige Bedarf „an Eisen eingeführt, und bei jedem Transporte die ausdrückliche „Autorisazion des Finanzministeriums ertheilt werde, 2tens, dafs dieses „Eisen in Russland weder verkauft, noch zu irgend einem andern, „der Unternehmung fremdartigen Zwecke verwendet werden darf, „und 3tens, dass für den Fall, als durch einen unvorhergesehenen „Umstand die Eisenbahnen abgebrochen würden, alle von England „bezogenen Eisentheile wieder auf Kosten der Gesellschaft über die „Reichsgränze ausgeführt werden."

d) „Während der Dauer des Privilegiums ist die Unternehmung der Eisenbahnen keiner Steuer, noch Abgabe irgend einer Art unterworfen."

e) „Da die Eisenbahnen den Verkehr auf den Chausséen nicht stören, „und jedermann sich der letztern noch fernerhin nach seinem Belieben bedienen kann, so werden die Unternehmer der Eisenbahnen „*nach ihrem freien Ermessen* die Bedingungen bestimmen, unter welchen selbe von Reisenden und zu Gütertransporten benützt werden dürfen."

4. „Geruhten Se. kais. Majestät Allerhöchst zu befehlen, dafs das „Programm für die Bildung der Akziengesellschaft seinem ganzen Inhalte „und seiner Form nach, vor seinem Drucke erst dem Gouvernement vor„gelegt, und von demselben genehmigt werden solle."

5. „Wenn im Laufe eines Jahres vom Tage der Bekanntmachung „dieses Programmes der 5te Theil des für die Unternehmung erforderli„chen Kapitales nicht eingezahlt, und der Rest nicht subskribirt ist, so „wird die *ausschliessende Berechtigung, welche gegenwärtig dem Ritter „von Gerstner für die Bildung der Gesellschaft ertheilt würde,* als Null „und nichtig erklärt. Dasselbe tritt hinsichtlich des gesellschaftlichen Privi„legiums ein, wenn die zwei Eisenbahnen, auf welche es sich bezieht, inner„halb zweier Jahre nach Promulgation des Privilegiums nicht beendigt sind."

[Man sieht hieraus, dafs die Bildung der Actiengesellschaft dort nicht von Actionnairs, ohne Unterscheidung, ob sie Techniker sind, oder nicht, sondern von einem *Techniker* ausgeht. Und dieses, oder doch, dafs wenigstens ein Techniker an der Bildung der Gesellschaft Theil nehme, kann dem Gegenstande nur vortheilhaft sein; denn über einen so *rein technischen* Gegenstand, wie eine Eisenbahn, kann offenbar der Techniker besser als der Nicht-Techniker, und in vielen Fällen sogar nur jener *allein* urtheilen, um das Beste desselben zu fördern. Ob eine Bahn überhaupt nothwendig sei, und rentiren werde, spricht sich theils durch die allgemeinen Wünsche des Publicums aus, theils dadurch, ob die Bildner der Actiengesellschaft für ihren Plan und für die von ihnen gewählte Linie solvente Zeichner finden, oder nicht. *Wie* aber, und in welchen Richtungen, im Einzelnen, die Bahn zu bauen sei, kann immer am besten nur der Architekt beurtheilen. Dafs die Unternehmung nicht etwa ungründlich ausfalle, und dafs nicht etwa durch Wieder-Auflösung der Gesellschaft die Besitzer des Grundes und Bodens gefährdet werden mögen: dagegen werden diese durch Entscheidungen und Vorschriften der Regierung, wie die in der obigen Verordnung, geschützt. D. H.]

Vorschrift zur Einlieferung der Grundstücke, welche für die Unternehmung der Eisenbahn benöthigt werden. (Wörtlich.)

1. „Unkultivirte und von Niemanden in Besitz genommene Krons„ländereien, durch welche die Eisenbahn durchgehen sollte, werden *un„entgeldlich* abgetreten, sowohl für die Bahn selbst, als für die hiefür „nothwendigen Anstalten."

2. „Wird die Bahn durch Ländereien geführt, welche sich im Be„sitze von Kronsbauern befinden, so werden solche ebenfalls ohne Bezah„lung abgetreten, und die Krone nimmt es auf sich, den Bauern andere „Ländereien anzuweisen, und sie für den Verlust zu entschädigen, der „ihnen aus einem solchen Tausche erwachsen könnte."

3. „Wenn die Eisenbahn Wohnhäusern oder Wirthschaftsgebäuden „der Kronsbauern begegnet, so ist der Inhaber des Privilegiums verpflich„tet, vor dem Abreissen dieser Gebäude, andere auf dem hiezu angewie„senen Platze auf eigene Kosten für die Bauern aufzuführen."

4. „Wenn die Eisenbahn Grundstücke durchschneidet, welche Pri„vatleuten angehören, sie mögen leer oder bebaut sein, so soll sich der „Inhaber des Privilegiums über die Abtretung dieser Grundstücke mit den „Eigenthümern gütlich ausgleichen; *würden sie sich über den Preis nicht „verständigen, oder wollten die Eigenthümer ihre Grundstücke und Ge„bäude gar nicht abtreten, so wird dieser Gegenstand in der Ordnung „abgehandelt, welche in den Gesetzen über die Abtretung der Privatgü„ter für öffentliche Zwecke vorgeschrieben ist, und die Grundstücke mit „oder ohne Gebäuden werden den Eigenthümern gegen Entschädigung „von Seite des Privilegiumsinhabers nach der gesetzlichen Schätzung „abgenommen. Um die Bauarbeiten nicht zu hemmen, ist es dem Privi„legiumsinhaber erlaubt, zu denselben zu schreiten, ohne die Vollfüh„rung der Schätzung abzuwarten; er muss nur bei der gehörigen Be„hörde eine Summe Geldes niederlegen, die dem Kaufpreise eines ähn„lichen Grundstückes in der Umgegend gleich kommt. Nach Beendi„gung der Schätzung ist er verpflichtet, die ganze Summe, mit Abrech„nung der von ihm niedergelegten, einzuzahlen."*

5. „In Hinsicht der Appanagenländereien werden dieselben Regeln „beobachtet, welche durch dieses Privilegium für Grundstücke der Privat„leute festgesetzt sind."

6. „Es wird dem Inhaber des Privilegiums gestattet, auf eine Aus„dehnung von $56\frac{2}{3}$ Ruthen auf beiden Seiten der Eisenbahn, Magazine, „Wohnhäuser für die bei der Bahn beschäftigten Leute, Stallungen, Wa„genschupfen, Schmieden, Wagnereien, und überhaupt alle Arten Gebäude „aufzuführen, welche eigentlich für die Bahn benöthigt werden, aber für „keinen andern Zweck. Zum Erwerbe der Grundstücke für diese Ge„bäude auf der angegebenen Ausdehnung von $56\frac{2}{3}$ Ruthen sind ihm die-

„selben Rechte zugestanden, als für den Erwerb der Ländereien für die „Eisenbahn selbst."

7. „Abtretungen der Privatgüter für Eisenbahnen mit ihrem Zu-„gehör werden nur während ihres Baues auf jedem Orte gestattet; nach „Herstellung der Bahn aber muſs der Inhaber des Privilegiums die Grund-„stücke, welche ihm ferner nöthig sein könnten, durch Vergleiche mit den „Eigenthümern an sich bringen."

[Die Vorschrift in der mit Cursiv-Lettern gedruckten Stelle ist, wie man es auch wohl in Deutschland einsieht, vollkommen nothwendig, wenn überhaupt irgendwo eine Eisenbahn zu Stande kommen soll. D. H.]

Vorerinnerung. (Auszug.)

Der Herr Verfasser bemerkt, daſs die Eisenbahnen schon von dem Jahre 1680 datiren, wo man sich ihrer im nördlichen England beim Transporte der Steinkohlen zu bedienen anfing. Er schildert es, wie man allmählig bei der Entwicklung der Civilisation und der Ausbreitung des Handels auf diese Straſsenart geführt worden ist, und nennt die Bahnen mit Recht jetzt *ein Werk der Nothwendigkeit, gegen welches gegenwärtig noch zu streiten ganz fruchtlos wäre.*

Der Herr Verfasser schildert weiter die Vortheile, welche das Russische Reich von Eisenbahnen haben könnte, und hält eine Eisenbahn von St. Petersburg nach Moskau, und von da bis an die Wolga, nach Nischny-Nowogorod, welcher Bahn eine zweite von Moskau nach Odessa oder Taganrog gewiſs folgen werde, für ganz nothwendig.

Er hat seit seiner Ankunft in Ruſsland (im August 1834) mehrere Gegenden von Petersburg bis an den Ural bereiset, um statistische Daten zu sammeln. England hat er in den Jahren 1822, 1827 und 1829 und seit 20 Jahren andere Europäische Staaten besucht, und dabei seine Aufmerksamkeit auch auf die Eisenbahnen gerichtet, so daſs ihm unbezweifelt ein gewichtiges Urtheil darüber zusteht.

Im Herbst 1835 hat er mit Bewilligung der Behörden bereits eine Strecke von mehr als 110 Meilen, in der muthmaſslichen Richtung von Petersburg nach Moskau hin, persönlich nivellirt, und noch andere Strecken durch herbeigezogene ausländische Ingenieurs nivelliren lassen. Wenn seine Daten, weiter vervollständigt sein werden, wird er darüber nähere Mittheilun-

gen machen. Vorerst wünscht er aber die Nützlichkeit und Ausführbarkeit der Eisenbahnen in Rufsland practisch durch den wirklichen Bau der beiden Bahnen von Petersburg über Zarskoe-Selo nach Pawlowsk und nach Peterhof darzuthun.

Die Vorarbeiten für die Bahn nach Zarskoe-Selo und Pawlowsk seien vollendet; der Bau könne jede Stunde beginnen, und, falls keine Hemmungen eintreten, bis zum October 1836 beendigt werden; die Actiengesellschaft für diesen Bau werde also gebildet. Für die Bahn nach Peterhof solle das Gleiche (im Herbste 1836) geschehen, sobald die Detailplane dazu vollendet sein würden. An diesen Bahnen werde dann das Publicum die Richtigkeit der Behauptung des Herrn Verfassers *sehen* können. Er hoffe dadurch, und durch seine $1\frac{1}{2}$jährige Mühe und Beharrlichkeit für die Eisenbahnen in Rufsland, so wie durch seine vieljährige Erfahrung, das Zutrauen für das riesenhafte Werk einer an 150 Meilen langen Bahn von Petersburg nach Nischny-Nowgorod zu gewinnen; zunächst aber hoffe er, volles Zutrauen für die kleine Bahn nach Zarskoe-Selo zu finden. Der Herr Verfasser fügt mit Recht hinzu: „Nichts Grofses in der Welt kann „ohne *Vertrauen* gelingen. Vertrauen ist die Basis des Gedeihens der „ganzen menschlichen Gesellschaft." In der That eine wichtige, leider! nur zu oft vernachlässigte Wahrheit! Das *Mifstrauen,* und seine unfehlbaren Folgen, sind gewifs ein bei weitem gröfseres Übel, als dasjenige sein kann, welches der Mifsbrauch des Vertrauens etwa zur Folge haben könnte. Freilich würde, in einer Zeit des Mifstrauens, auf einmal hervortretendes blindes Vertrauen übel fahren; aber selbst bis auf das äufserste vereinzelte und sich isolirende Interessen werden immer noch besser berathen sich finden, wenn sie sich dem Vertrauen *zuwenden,* als wenn sie in der Bahn des Mifstrauens, die nur zum gänzlichen Verderben führen kann, weiter fortschreiten.

Der Herr Verfasser geht nach seiner obigen Bemerkung über das Vertrauen zu den Worten über: *„Wer also nicht ein volles Zutrauen „in meine Vorschläge und Arbeiten setzt, den bitte ich vor allem an„dern, der Akziengesellschaft, welche ich bilde, ja nicht beizutreten."* Und man kann dreist sagen, dafs diese Worte ganz dem wahren Interesse der Actionnairs sowohl, als des Publicums, gemäfs sind.

Der Herr Verfasser theilt nun in der hier beginnenden Abhandlung zuerst einige Nachrichten von Eisenbahnen in andern Ländern mit, und

handelt dann die Bahn von Petersburg nach Zarskoe-Selo und Pawlowsk ab. Auch die Nachrichten über fremde Eisenbahnen sind an sich und in ihrer Nebeneinanderstellung so interessant, daſs wir glauben, uns nicht enthalten zu dürfen, sie auszugsweise, in gedrängter Kürze, hier mitzutheilen.

Ausgeführte, oder im Bau begriffene Eisenbahnen im Auslande. (Auszug.)

Sämmtliche in der Schrift vorkommenden Zahlen, bemerkt der Herr Verfasser, *gründen sich auf officiellen, durch den Druck bekannt gemachten Angaben.*

1. *Eisenbahnen in England.* Die älteste, dem allgemeinen Verkehr von Reisenden und Waaren eröffnete, gröſsere Eisenbahn ist diejenige zwischen *Stockton und Darlington.* Sie wurde 1822 begonnen, und am 4ten October 1825 wurde ein Theil derselben eröffnet. Vor der Existenz der Bahn fuhren zwischen den beiden Städten wöchentlich nur zwei, wenig besetzte Postkutschen; auf der Bahn beträgt der Verkehr an 50 bis 60000 Reisende jährlich, und der Gütertransport hat in gleichem Verhältniſs zugenommen. Anfangs hatte die Bahn *nur ein* Geleise; bald aber waren zwei nöthig. Die Actien gelten jetzt 298 Procent. Der Herr Verfasser verweiset wegen der nähern Beschreibung dieser und anderer Bahnen auf sein Handbuch der Mechanik, welches in der That recht sehr empfohlen werden kann. Nachdem die erste Auflage dieses Buchs, von 2000 Exemplaren, vergriffen war, ist, wie der Herr Verfasser berichtet, eine zweite Auflage davon veranstaltet worden.

Die Eisenbahn zwischen *Liverpool und Manchester* wurde im Jahre 1826 erbaut, und hat bekannntlich vortreffliche Erfolge gehabt, obgleich zwischen den beiden Städten schon zwei gute Wasser- und eine gute Landstraſse existirten. Die Bahn ist $6\frac{1}{4}$ Meilen lang, und hat *zwei* Geleise. Sie läuft, um den Umweg um Liverpool zu vermeiden, in drei Tunnels, mit mehreren Eingängen, unter der Stadt fort. Sie durchschneidet bis 70 Fuſs tiefe Thäler, und geht über 10 bis 35 Fuſs tiefe Moräste, von zum Theil $\frac{1}{2}$ Meile lang. An andern Stellen sind Felsen bis 70 Fuſs tief durchbrochen worden. Die Baukosten waren auf $2\frac{2}{3}$ Millionen Thaler berechnet, haben sich aber, zum Theil auch wegen Erweiterung der Anlage, bis zum 31sten Dezember 1835, bis auf 7 967 711 Rthlr. 10 Sgr. erhöht. Gleich-

wohl trug die Bahn schon früher 9, jetzt trägt sie 10 Procent Dividende, und die Actien gelten 195 Procent. Der Verkehr auf der Bahn besteht jährlich in mehr als 500 000 Reisenden, $4\frac{1}{2}$ Millionen Ctr. Waaren, 2- bis 300 000 Stück lebendigem Vieh und mehr als 2 Millionen Ctr. Steinkohlen. Vor der Existenz der Bahn betrug der Personenverkehr nur den dritten Theil des gegenwärtigen. Auf der Chaussée brauchte man zu der Fahrt 4 Stunden: auf der Bahn sind nur $1\frac{1}{2}$ Stunden Zeit nöthig, und die Reisekosten betragen nur die Hälfte der sonstigen. Die Waaren brauchten früher auf den Canälen zur Überfahrt 2 bis 3 Tage Zeit, ja zuweilen einige Wochen: jetzt nur 2 Stunden. Sie werden ebenfalls mit Dampf, meistens *in der Nacht*, transportirt. Auf Bahnkarrn werden auch Equipagen von Reisenden fortgeschafft. Am 8ten Mai 1834 wurden in 2 Stunden ein Regiment Soldaten von Manchester nach Liverpool geschafft. Vor drei Jahren wurde die Wette gewonnen: einen Ballen rohe Baumwolle von Liverpool nach Manchester zu bringen, die Baumwolle dort zu reinigen, zu spinnen, zu weben, zu färben, und nach Verlauf von 24 Stunden als fertigen Zitz wieder nach Liverpool zu schaffen. Der Dampfwagen machte bei dieser Gelegenheit die Überfahrt von $6\frac{1}{4}$ Meilen in 1 Stunde.

Der grofse Erfolg der Liverpooler Bahn hat bald die Projecte zu mehreren neuen Bahnen hervorgerufen.

Die Bahn von *London nach Birmingham* wird neben drei wohlunterhaltenen Canälen gebaut werden. Sie wird $23\frac{3}{4}$ Meilen lang sein, und es werden darin 11 Tunnels vorkommen. Es sind zu dieser Bahn $16\frac{2}{3}$ Millionen Thaler subscribirt worden. Auf die Actien sind 45 Procent eingezahlt worden, welche 97 Procent gelten.

Die Bahn von *Birmingham nach Warrington, (Grand-junction-railway)*, wird ungefähr eben so lang werden und gegen 7 Millionen Thaler kosten. Eingezahlt sind auf die Actien 30 Procent, welche 55 Procent gelten.

Die Bahn von *London nach Southampton* wird $16\frac{1}{4}$ Meilen lang werden und $6\frac{2}{3}$ Millionen Thaler kosten. Eingezahlt sind darauf 10 Procent, welche, weil man auf keinen grofsen Verkehr rechnet, für $7\frac{1}{2}$ Procent verkauft werden. Gleichwohl wird thätig fortgebaut. Nach Vollendung dieser Bahn, und derjenigen zwischen Paris und Havre, wird man, 12 Stunden auf die Fahrt der Dampfschiffe von Southampton bis Havre gerechnet, in 24 Stunden von London nach Paris (auf diesem Wege etwa 56 Meilen weit) gelangen können.

Die Bahn von *London nach Deptford und Greenwich*, mit der Dampfschiffahrt auf der Themse concurrirend, wird, von der neuen London-Brücke an, in ihrer ganzen Länge, 1602 Ruthen lang, auf beinahe 1000 gewölbten Bogen ruhen, von welchen an $\frac{2}{3}$ schon fertig gebaut sind. Der Rest soll in einigen Monaten vollendet werden. Etwa 100 Bogen bleiben zum Durchgange für den dort sehr bewohnten Theil von London offen; die übrigen 900 werden zu Gewölben und Magazinen eingerichtet und vermiethet werden. Die Kosten sind auf $2\frac{2}{3}$ Millionen Thaler, in Actien von 133 Rthlr. 10 Sgr., angeschlagen. Die Actien gelten jetzt $152\frac{1}{2}$ Procent.

Vollendet ist die Bahn zwischen *Dublin und dem Hafen Kingstown*. Sie ist am 17. December 1834 eröffnet und schon im ersten Vierteljahre, bis zum 17. März 1835, (also im Winter), von 177 117 Personen befahren worden, *ohne dafs sich dabei auch nur ein einziger Unfall ereignet hätte*. Innerhalb des ersten Jahres nach der Eröffnung der Bahn hat die Zahl der Passanten, aufser denen, die für das ganze Jahr abonnirt hatten, 1 Million und 61 618 betragen. Man hat bemerkt, dafs in dieser Richtung nur wenige Menschen mehr zu Fufs gehen, weil der Verlust an Zeit und Erwerb, zusammen mit der Abnutzung der Kleider und Schuhe, mehr beträgt, als die Reisekosten auf der Bahn.

Zu den *verunglückten* Eisenbahnen in England gehört vorzüglich der *Cromford and High-Peak-railway*, etwa 7 Meilen lang. Diese Bahn steigt von dem Cromford-Canal 966 Fufs hoch hinauf, und fällt nach dem Peak-forest-Canal wieder 720 Fufs hoch hinunter. Sie ist aus 10, beinahe horizontalen Strecken und eben so vielen Rampen zusammengesetzt. Von den Rampen ist die eine 259 Fufs hoch, und hat 1 auf $7\frac{1}{2}$ Abhang. Herr v. Gerstner ist von den Directoren der Unternehmung im Jahre 1827 um ein Gutachten über das Werk ersucht worden, und hat sich *gegen* den Entwurf erklärt und das Mifslingen vorausgesagt; was auch eingetroffen ist, indem die Actien jetzt fast gar keinen Werth haben. Die Kosten von mehr als 1 Million Thaler sind also verloren. [Man sieht an diesem Beispiele recht deutlich, wieviel auf das *Terrain* bei Eisenbahnen und auf die Angemessenheit des technischen Entwurfs ankommt; auch dafs man nicht glauben müsse, es lasse sich überall hin, ohne auf die Beschaffenheit des Terrains zu sehen, eine rentirende Eisenbahn bauen, sobald nur einiger Verkehr vorhanden ist. Viel gröfser noch wie in England würde, einer-

seits wegen der meistens geringeren Frequenz, andrerseits wegen der noch viel geringeren Bekanntschaft des Publicums mit den Eisenbahnen, die Gefahr des Mifslingens in Deutschland sein, wenn man nicht gehörig alle Umstände berücksichtigen und den Techniker nur zu einer Nebenperson machen, und ihn etwa nur so zuziehen wollte, wie einen Werkmeister bei dem Bau eines Hauses. D. H.]

Die Zahl der Bills auf Eisenbahnen hat in England in den Jahren 1828 bis 1834 der Reihe nach 10, 9, 8, 7, 8, 11, 14, im Jahre 1835 noch mehr betragen, und im Jahre 1836 sind sogar 58 Bills erbeten worden, zu einem Anlage-Capital von zusammen 188 Millionen Thaler, und einer Länge der Bahnen von mehreren hundert Meilen. Die Kosten der jetzt in England *in der Ausführung begriffenen* Eisenbahnen sind auf 60 Millionen Thaler angeschlagen, und mit denen der projectirten zusammen auf 333 Millionen Thaler.

2. *Eisenbahnen in Frankreich.*

Aufser mehreren kleinen Bahnen giebt es bis jetzt in Frankreich nur die drei gröfsern, mit einander in Verbindung stehenden Bahnen

Von St. Etienne nach der Loire	5 651	Ruthen lang;
Von St. Etienne nach Lyon	15 400	- - - ;
Von Andrezieux nach Roanne	18 055	- - - ;
Zusammen	39 106	Ruthen

oder etwa $19\frac{1}{2}$ Meile lang.

Die Bahn von St. Etienne nach Lyon hat fast durchweg *doppelte* Geleise, und 10 Tunnels. Im Jahre 1829, als man $2\frac{2}{3}$ Millionen Thaler zu den Kosten, in Actien zu $1333\frac{1}{3}$ Rthlr., subscribirt hatte, ist der Herr Verfasser um ein Gutachten über das Werk ersucht worden. Er hat die ausgeführten Arbeiten für sehr unvollkommen erkannt, und eine Ausgabe von 4 Millionen Thaler, und mehr, vorausgesagt. Am 31. October 1835 haben die Kosten schon 3 935 861 Rthlr. betragen, die durch 2200 Actien und durch zwei Anleihen gedeckt worden sind. Die Anzahl der Reisenden hat vom 31. October 1834 bis 31. October 1835, 190 377 betragen; die Fracht, meistens Steinkohlen, 8 663 580 Ctr.; die Brutto-Einnahme 686 571 Rthlr.; die Ausgabe die ungeheure Summe von 494 638 Rthlr. Damals sind alle Dividenden-Zahlungen suspendirt worden, um die Arbeiten, welche, obgleich die Bahn schon 1826 begonnen worden war, immer noch fehlten, zu beendigen. Herr v. Gerstner bemerkt hier, es lasse sich an diesem

Beispiel, und demjenigen der Cromfordbahn in England, sehen, „wie sehr „positive, gründliche Kenntnisse für die Bearbeitung des Bauprojectes und „für die Bauführung jeder Eisenbahn erfordert werden."

Im Bau begriffen sind in Frankreich: die Eisenbahn von Epinal nach dem Canal von Bourgogne, 7433 Ruth. lang, und die Bahn von Paris nach St. Germain. Zu der Bahn von Paris nach Lille hat sich eine Gesellschaft mit dem Capital von $6\frac{2}{3}$ Millionen Thaler gebildet. Zu der von Alais über Nismes nach Beaucaire, 18586 Ruthen lang, sind Vorbereitungen getroffen. Zu den Bahnen von Paris nach Tours und nach Orleans läfst die Regierung Entwürfe machen; und auch auf die Ausführung einer Bahn von Paris nach Strafsburg hofft man.

Zu der $44\frac{1}{2}$ Meilen langen Bahn von Paris nach Havre und Dieppe will die Regierung zu dem Anlage-Capital von 16 Millionen Thalern den 5ten Theil beitragen, und verlangt die Zinsen und Dividenden erst dann, wenn die Actionnairs mehr als 5 Procent Dividende erhalten werden.

Die Erwartung des Gesetzes über die Zollfreiheit für Schienen aus England, deren Herr v. G. hier gedenkt, ist, wie bekannt, nicht erfüllt worden.

(Der Schlufs im nächsten Hefte.)

5.
Nachrichten von der Eisenbahn zwischen St. Petersburg, Zarskoe-Selo und Pawlowsk.

(Schlufs der Abhandlung No. 4. im vorigen Heft.)

---

3. *Eisenbahnen in Belgien.* Über die Bahn von Antwerpen nach Cölln zu, deren der Herr Verfasser hier gedenkt, hat das gegenwärtige Journal schon ausführliche Nachrichten gegeben.

Zu der Actienzeichnung auf die projectirte Bahn von Hoch- nach Nieder-Flenu ist, öffentlichen Nachrichten zufolge, der Zudrang so grofs gewesen, dafs am 22. Dezember 1835 schon 180 Millionen Thaler gezeichnet und 18 Millionen Thaler davon, theils in baarem Gelde, theils in andern Actien, *eingezahlt* gewesen sind, obgleich nur 800 Actien (zu welcher Summe wird nicht gesagt) auszugeben waren; wobei aber in den öffentlichen Nachrichten vielleicht irgend ein Druckfehler Statt findet.

4. *Eisenbahnen in Deutschland.* Die erste gröfsere öffentliche Eisenbahn in Deutschland ist die von *Budweis* in Böhmen nach *Linz* in Ober-Österreich. Dieselbe ist vom Herrn v. Gerstner unternommen worden, nachdem der Kaiser Franz I. von Österreich ihm dazu *ein auf seine Person ausgestelltes Privilegium* am 7. September 1824 ertheilt gehabt. Sie ist $16\frac{3}{4}$ Meilen lang, und hat 1 102 881 Rthlr. gekostet. Der höchste Punct der Bahn liegt 1045 Fufs hoch über der Moldau und 1464 Fufs über der Donau. Die ersten $8\frac{1}{2}$ Meilen hat der Verfasser in den Jahren 1824 bis 1828 erbaut; die ganze Bahn ist am 1sten August 1832 eröffnet worden.

Man hatte bei dieser Bahn zunächst auf den Transport des Salzes von Linz nach den Regierungsmagazinen von Budweis gerechnet gehabt, so wie er seit Jahrhunderten Statt gefunden. Auch war dieser Salztransport, von etwa 400 000 Ctr. jährlich, den Bahn-Unternehmern im Jahre

1828 auf 6 Jahre für nur 5 Procent weniger, als die Kosten desselben auf der Chaussée, überlassen worden; was auch schon in den ersten Jahren für die halb fertige Bahn eine Verzinsung des Anlage-Capitals von $6\frac{1}{3}$ Procent jährlich eingebracht hatte. Hierauf aber ist der Handel mit Salz frei gegeben worden, und dadurch hat der Salztransport bis auf die Hälfte abgenommen.

Sodann hatte die Bahn den Zweck gehabt, die Verbindung der Moldau mit der Donau herzustellen, um die Güter, wenn sie stromauf, statt wie jetzt nur bis Prag, bis Budweis transportirt würden, nach Linz zu schaffen. Die dazu nöthige vorherige Regulirung der Schiffahrt von der sächsischen Grenze bis Prag, und von da bis Budweis, ist aber verzögert worden, und man hat die dazu berechneten Kosten, von etwa 250 000 Rthlr., vom Jahre 1835 ab noch auf 10 Jahre vertheilt, so daſs erst im Jahre 1845 die Bahn von dem Güter-Transport nach Linz Vortheil wird ziehen können.

Dieser beiden Umstände wegen ist also der Verkehr auf der Bahn bis jetzt nur gering. In den 34 Monaten vom 1. März 1833 bis 31. Decbr. 1835 hat der Fracht-Transport im Durchschnitt jährlich 463 321 Ctr. betragen, und im Jahre 1834 haben nur 2379, im Jahre 1835, 3887 Reisende die Bahn befahren. Der reine Ertrag von diesem Transport hat etwa 5 Procent Zinsen des Anlage-Capitals gegeben.

Die Actiengesellschaft der Budweisser Bahn hat ein Privilegium zur Verlängerung der Bahn von Linz, längs dem schiffbaren Traunflusse, bis *Gmunden* erhalten. Diese Verlängerung ist 1835 bis Lambach ausgeführt worden, und wird 1836 beendigt werden. Die ganze Bahn wird dann, von Budweis bis Gmunden, 26 Meilen lang sein.

Eine andere Bahn ist von *Wien* bis *Tarnow* in Gallizien, an 88 Meilen lang, für den Transport von Getreide, Salz und Rindvieh nach Wien, unternommen worden. Sie soll im Frühling 1836 begonnen werden, und die Regierung überläſst zu den Arbeiten der Gesellschaft 30 000 Mann Truppen.

Die Eisenbahn zwischen *Leipzig* und *Dresden*, bei welcher man auf 45 000 Reisende und 400 000 Ctr. Waaren-Transport rechnet, hat so groſse Theilnahme gefunden, daſs $1\frac{1}{2}$ Millionen Thaler dazu binnen wenigen Stunden subscribirt worden sind. Die Regierung hat den Unterneh-

mern, aufser mehreren bedeutenden Gewährungen, auch das Ausgeben von einer halben Million Thaler Cassenscheinen bewilligt.

Die Eisenbahn zwischen *Fürth* und *Nürnberg*, 3084 Ruthen lang, ist am 8ten Decbr. 1835 eröffnet worden. Schon in den ersten 53 Tagen haben, ungeachtet des vielen Schnees, 45 327 Reisende die Bahn befahren, während die Bevölkerung der beiden Städte nur 51 000 Menschen beträgt. Die Actien sind in Folge dessen bis zu 210 Procent gestiegen. (Jetzt, im Mai 1836, sollen sie schon 300 Procent gelten.)

Der Herr Verfasser gedenkt noch kürzlich der projectirten Eisenbahn zwischen *Elberfeld* und *Düsseldorf*, und von *Cölln* nach der belgischen Grenze, und spricht die Hoffnung aus, dafs Deutschland und Frankreich, gleich England, mit einem Eisenbahnnetze überspannt werden dürften. Die Erfüllung dieser Hoffnung scheint aber wohl noch etwas fern zu liegen.

Der projectirten Eisenbahn zwischen *Berlin* und *Potsdam* hat der Herr Verfasser nicht erwähnen *können*, weil die Urheber derselben, zu welchen der Herausgeber dieses Journals gehört, darüber nicht vor der Zeit öffentlich sprechen mochten. Jetzt haben sie Anlafs, es zu thun, und der Herausgeber dieses Journals wird in den nächsten Heften desselben Nachrichten von diesem Unternehmen geben und es insbesondere technisch, für Architekten, ausführlich abhandeln.

5. *Eisenbahnen in Nord-Amerika.* Dieses Land ist das wahre Vaterland der Eisenbahnen. Schon im Jahre 1833 waren 46 verschiedene Eisenbahnen beendigt und 137 projectirt und zum Theil im Bau begriffen.

Die längste Eisenbahn, bis jetzt auf der Erde, befindet sich in South-Carolina zwischen *Charlestown* und *Hamburgh.* Sie ist $28\frac{1}{2}$ Meile lang, wurde 1830 begonnen und 1833 vollendet.

Eine andere, noch längere Bahn, bei *Baltimore*, über Fredericktown und Washington, bis Pittsburg am Ohio, wird an 70 Meilen lang werden. Sie ist 1828 begonnen; aber die Fortsetzung ist wegen eines Streites mit der Chesapeack- und Ohio-Canal-Compagnie lange Zeit unterbrochen worden. Inzwischen sind am 1sten December 1834, $17\frac{1}{2}$ Meilen eröffnet worden, die etwa $4\frac{1}{2}$ Millionen Thaler gekostet haben. In wenigen Jahren hofft man den Rest zu vollenden. Dann soll die Bahn noch von *Augusta* bis zum *Tenessee*-Flusse, 48 Meilen lang, fortgesetzt werden, und es wird dann eine zusammenhangende Linie von 119 Meilen lang existiren.

Der Congreſs hat die Einfuhr von Schienen zu Eisenbahnen *gänzlich vom Zolle befreit.* In Folge dessen sind in England mehr als 4 Millionen Ctr. Schienen bestellt worden, wovon ein groſser Theil nach Amerika geht.

Nach dem statistischen Werke von Pitkin betrug die Länge der in Amerika theils vollendeten, theils der Beendigung ganz nahe gekommenen Eisenbahnen am 1sten Januar 1835 zusammen schon an 340 Pr. Meilen, deren Kosten sich auf etwa 48 Millionen Thaler belaufen haben. Hiervon kommen auf den Staat Pensylvanien allein 89 Meilen, und über 11 Millionen Thaler Kosten. Die Kosten der Canäle und Eisenbahnen, welche in den Vereinigten Staaten von 1817 bis 1834 theils ganz ausgeführt, theils der Beendigung nahe waren, haben sich auf etwa 145 Millionen Thaler belaufen; und daneben haben die Staaten in dieser kurzen Zeit 180 Millionen Thaler von ihrer Nationalschuld abgezahlt.

Der Herr Verfasser bemerkt hier, daſs die nemlichen Vortheile, welche Eisenbahnen den weit ausgedehnten Nordamerikanischen Staaten gewähren, auch dem nicht minder ausgedehnten Russischen Lande zu Theil werden könnten. Es sei in dieser Beziehung wichtig, daſs keine Zeit verloren, und daſs zunächst die Bahn von Petersburg nach Zarskoe-Selo vollendet werde, um im nächsten Winter schon die Frage wegen des climatischen Einflusses, so weit es durch die kleine Bahn möglich, beantwortet zu sehen. Die Bahn nach Peterhof müsse zum Peterhof-Feste, am 1sten Juli 1838, vollendet sein. Dann könne die 84 Meilen lange Bahn nach Moskau begonnen und innerhalb 6 Jahren vollendet werden.

Beschreibung der Eisenbahn von St. Petersburg nach Zarskoe-Selo und Pawlowsk. (Wörtlich.)

„Für diese Bahn habe ich persönlich das Nivellement mit allem Detail vorgenommen. Nach meinem hierauf gegründeten Vorschlage fängt „die Eisenbahn am linken Ufer der Fontanka, 96 Ruthen von der Abu-„chow-Brücke auf einem, zwischen den Wedenskoy-Kanal und der Fon-„tanka gelegenen Platze an. Dieser Platz ist 27 Ruthen lang und 21 Ru-„then breit; seine Einlösung unterliegt keiner Schwierigkeit, weil nur ein

„Badehaus darauf errichtet ist. Vor der Hand genügt dieser Platz zum „Vereinigungs- und Abfahrtsorte der Reisenden; wenn aber später der „Verkehr zunimmt, und die Eisenbahn nach Peterhof gebaut wird, dann „lohnt es, einen größern Platz auszumitteln. Da die Erweiterung der Stadt „St. Petersburg bis an die bereits im Baue stehende Ligofka-Triumpf-„pforte beschlossen ist, so beginnt unsere Eisenbahn beinahe im Mittel-„punkte dieser erweiterten Stadt, und hat hiedurch vor andern Bahnen, „die gewöhnlich außerhalb der Städte, wie z. B. jene in Brüssel und „Lyon, beginnen, einen bedeutenden Vorzug."

„Von der genannten Stazion an der Fontanka geht die Eisenbahn „im Niveau der Straße entlängs dem Wedenskoy-Kanale bis an den „Stadtumfangskanal fort, und bedarf daher keiner Grundeinlösung. Die „Legung der Bahn in den Horizont der Straße unterliegt eben so wenig „einem Anstande, als dies in Liverpool, in Stockton und anderen engli-„schen Städten der Fall war. In Budweis habe ich die Eisenbahn mitten „durch drei Straßen bis zu den Salzmagazinen geführt; in Linz ist die „Bahn durch die Stadt und noch über die große Donau-Brücke geführt, „wo Tag und Nacht ein lebhafter Verkehr Statt findet. Dieselbe Anlage „der Bahn kann also auch hier keinem Anstande unterliegen. Nur ist „bei der nacherigen Benützung der Bahn zu beobachten, daß die Eisen-„bahnwagen nicht allzuschnell durch die Stadt fahren dürfen, um keine „Unglücke zu verursachen."

„Von der zu erbauenden Brücke über den Umfangskanal geht die „Bahn nach einer sanften Krümmung von beiläufig 96 Ruthen Länge in „einer vollkommen geraden, auf den Apollo-Tempel im Parke zu Paw-„lowsk zulaufenden Linie von 6798 Ruthen Länge, bis zu einem, von Sr. „k. Hoheit dem Großfürsten Michael Pawlowitsch bestimmten Punkte in „der Nähe der Orangerie im Parke."

„In Hinsicht der Steigung befinden sich in dieser Linie außer der „Brücke über den Ligofka-Kanal noch zwei fixe Punkte, nämlich die „Moskauer Chaussée, welche ebenfalls im Niveau übersetzt wird, und das „Ende der Bahn im Parke von Pawlowsk. Diese Puncte und der Zweck, „eine jede Abgrabung wegen den Schneeverwehungen zu vermeiden, be-„stimmen die Steigungen:"

	Länge. Ruthen.	Steigung in Faden. Fufs.	Verhältnifs der Steigung zur Länge.
„Vom Ufer der Fontanka bis zur Brücke über „den Ligofka-Kanal	657	15,6	1 auf 504
„Vom Ligofka-Kanal bis zur Moskauer Chaussée	2895	25,8	1 auf 1345
„Von der Moskauer Chaussée bis unterhalb Zars- „koe-Selo	2679	40,2	1 auf 800
„Von Zarskoe-Selo bis in die Nähe des Apollo- „Tempels im Parke von Pawlowsk . . .	864	2,7	1 auf 4375
Zusammen .	7095	84,3	Mittlere Steigung 1 auf 1028

„Vergleicht man hiermit das Profil der Chaussée von der Abu- „chow-Brücke bis zum Parkthore von Pawlowsk, so findet man, daſs „dieselbe um 566 Ruthen länger als die Eisenbahn sei; es kommen auf „der Chaussée bei Pulkowo an zwei Orten Steigungen von 1 auf 20 vor, „während die gröſste Steigung der Bahn 1 auf 504, also 25 mal geringer „ist. Die Chaussée steigt bei Pulkowo auf 170 Fuſs Höhe und fällt bei „der Brücke in Kusmino wieder auf 95 Fuſs herab; sodann steigt die „Chaussée in Zarskoe-Selo bis auf 204 Fuſs Höhe, und fällt bis zum Park- „thore von Pawlowsk wieder auf 88 Fuſs herab; man hat also zuerst „74 und dann 113 Fuſs vertikale Höhe umsonst erstiegen; die Eisenbahn „dagegen verliert nirgends eine erstiegene Höhe. Hieraus folgt, daſs schon „der Bau einer gewöhnlichen Chaussée in der von mir vorgeschlagenen „Linie einen auſserordentlichen Vortheil für die Zugkraft gewähren würde; „um wie viel mehr muſs dieſs bei der Eisenbahn eintreten. Fürwahr, „die sehr unbedeutende mittlere Steigung der Bahn von 1 auf 1028 und „die auf 6798 Ruthen fortlaufende ganz gerade Richtung macht die ganze „Anlage zu einer der vollkommensten, die noch je ausgeführt wurden."

„Es unterliegt daher keinem Anstande, daſs die Fahrt von der Abu- „chow-Brücke bis Zarskoe-Selo mit Anwendung der Dampfkraft binnen „35 Minuten, und bis Pawlowsk binnen 40 Minuten zurückgelegt werde; „der Dampfwagen wird nämlich jede Fahrt ohne Aufenthalt machen, da „er bei der kleinen Bahnsteigung, ohne Wasser am Wege einzunehmen, „bis Zarskoe-Selo und Pawlowsk gelangen kann."

„Über diese Bahnlinie ist zwar zu bemerken, daſs selbe 146 Ru- „then von dem untern Ende der Stadt Zarskoe-Selo entfernt bleibt. Da

„aber Zarskoe-Selo auf einem Bergabhange liegt, dessen Höhe bei dem „kais. Schlosse 204 Fuſs beträgt, so kann eine Eisenbahn in keinem Falle „durch die Stadt selbst geführt werden; wenn man sich ihr aber nur um „45 Ruthen mehr genähert hätte, als es bei der angetragenen Linie der „Fall ist, so wäre die Bahn in eine 15 Fuſs tiefe und 283 Ruthen lange „Abgrabung gefallen, deren Verwehung mit Schnee im Winter gar sehr „zu befürchten gewesen wäre. Die gegenwärtige Bahnlinie läuft dagegen „in ihrer ganzen Länge auf einem Damme, dessen mittlere Höhe 9¼ Fuſs „beträgt; sie wird also, wenn überdies die Dampfkraft zum Schneereini„gen verwendet wird, gewiſs während des ganzen Winters fahrbar blei„ben. Was aber die Bequemlichkeit der Einwohner von Zarskoe-Selo, „oder jener, welche den dortigen Park besuchen, betrifft, so sollen die „Reisenden mit Omnibus von der Bahn aus in die Stadt geführt werden, „und es wird wahrscheinlich, wenn es das Interesse des Publikums er„heischt, später noch eine Nebenbahn entlängs dem Boulevard von Zars„koe-Selo angelegt, damit jedermann nach seiner Bequemlichkeit an ei„nem beliebigen Orte aussteigen kann."

„Hinsichtlich der Grundeinlösung ist zu bemerken, daſs innerhalb „der Stadt auſser dem Stationsplatze an der Fontanka, in der Linie bis „zum Umfangskanale kein Grund mehr einzulösen kommt; zwischen dem „Umfangskanal und der Ligofka durchschneidet die Bahn in einer Länge „von 374 Ruthen die Gemüse-Gärten von sieben Privaten, die eingelöset „werden müssen; zwischen der Ligofka und dem Ende der Bahn im Parke „von Pawlowsk auf 6566 Ruthen Länge, ist aber beinahe bloſs Krons„und Appanagen-Eigenthum; das erste erhält die Gesellschaft laut Privile„gium unentgeldlich; die Einlösung auf den Appanagen-Besitzungen wird „gewiſs keinem Anstande unterliegen. Da überdieſs in der ganzen Bahn„linie nirgends ein Gebäude abgebrochen wird, so läſst sich füglich be„haupten, daſs wohl noch nie eine Eisenbahn von einer groſsen Stadt aus „angelegt wurde, welche hinsichtlich der Grundeinlösung so wenig Schwie„rigkeiten darboth."

„Hierin liegt auch die Ursache, warum ich erst die Bahn nach „Zarskoe-Selo zu beendigen, und später jene nach Peterhof zu erbauen „gedenke; bei der letztern hat man nämlich viele Privatbesitzungen zu „durchschneiden, und wahrscheinlich mehrere Landhäuser abzubrechen. „Dies würde gegenwärtig mancher Schwierigkeit unterliegen, welche aber

„dann beseitigt wird, wenn die Eigenthümer durch den Erfolg der Bahn „von Zarskoe-Selo den bedeutenden Nutzen kennen lernen, welcher ih- „nen durch die neue Anlage zu Theil wird. Auch in England wider- „setzten sich anfangs die Grundeigenthümer gegen den Bau der Eisenbah- „nen; itzt sind sie die gröſsten Beförderer dieser Unternehmungen, und „biethen alles auf, um die Bahnen durch ihre Besitzungen geführt zu „sehen."

„In der angegebenen Hauptlinie der Eisenbahn wird die Grund- „einlösung durchaus für eine doppelte Bahn Statt finden, wovon die eine „zur Hinfahrt, die andere zur Rückfahrt bestimmt ist. Für die erste An- „lage dieser Eisenbahn genügt es jedoch, wenn selbe, so wie jene zwi- „schen Brüssel und Mecheln, bloſs einfach, oder mit einem Geleise ange- „legt wird; man kann dann im Sommer alle 2 Stunden, also um 8, 10, „12, 2, 4, 6, 8 und 10 Uhr, oder 8 mal des Tages von St. Petersburg ab- „fahren, während die Abfahrt von Zarskoe-Selo ebenfalls 8 mal täglich, „nämlich um 7, 9, 11, 1, 3, 5, 7 und 9 Uhr, oder auch noch einmal später „eingeleitet wird. Steigt der Verkehr so sehr, daſs ein Geleise nicht aus- „langt, so unterliegt die Zubauung eines zweiten keiner Schwierigkeit."

„Auſser der Hauptbahn, welche nur den untern Theil des Ortes „Zarskoe-Selo berührt, wird, wie schon gesagt, wahrscheinlich eine Ne- „benbahn um Zarskoe-Selo herum angelegt, damit jedermann an dem „Puncte aussteigen kann, wo es ihm am meisten konvenirt. Die Rich- „tung dieser Nebenbahn muſs bloſs nach dem Bedürfnisse des Publikums „ausgemittelt werden; ihre Bestimmung wird sich erst durch eine spätere „Erhebung an Ort und Stelle ergeben. Vor der Hand nehme ich daher „nur den Bau der Hauptbahn mit 7095 Ruthen Länge und von 4 Aus- „weicheplätzen mit 283 Ruthen Länge an, so daſs nach meinem Projecte „eine einfache Bahn von 7506 Ruthen, oder 3¾ Meilen Länge herzustel- „len kommt."

Baukosten der Eisenbahn von St. Petersburg bis Zarskoe-Selo und Pawlowsk. (Wörtlich.)

„Die Baukosten einer jeden Eisenbahn hängen lediglich: 1tens von „der Beschaffenheit des Terrains, durch welches die Eisenbahn geführt „werden soll, und 2tens von jenen Arbeits- und Materialpreisen ab, welche

„in der Nähe der Bahnlinie für ausgeführte Bauobjekte gezahlt wurden. „Die Kosten einer Eisenbahn darnach zu berechnen, daſs man die Bau„kosten der Bahn von Manchester nach Liverpool hiebei zu Grunde legt, „und eine Proporzion nach der Werstzahl macht, wie dieſs in einem un„längst über diesen Gegenstand in St. Petersburg erschienenen Mémoire „der Fall ist, würde in England mit dem treffenden Namen „nonsense" „(Unsinn) bezeichnet werden."

„Der folgende Überschlag gründet sich lediglich auf die Resultate „meines Nivellements, und auf möglichst verlässige Auskünfte über die „Kosten ähnlicher Arbeiten in der Gegend, wo der Bau geführt wird. „Die Auslagen der ganzen Unternehmung zerfallen in folgende Posten:

1. „Grundeinlösung. Diese wird in der, von der Krone ge„nehmigten Bahnlinie nach dem Allerhöchsten Ukas vom 7. Juni 1833 vor„genommen; hierin sind die Grundsätze über die Abtretung des Privatei„genthums für einen öffentlichen Zweck festgestellt. Wie schon gesagt „wurde, ist für die Bahn von der Fontanka bis Pawlowsk zuerst der „Platz zwischen der Fontanka und dem Wedenskoy-Kanal, dann sieben „Gemüsegärten in einer Länge von 312 Ruthen bis zur Ligofka einzulösen. „Der gröſste Theil der folgenden Bahn fällt auf Kronsland, welches un„entgeldlich abgetreten wird, dann auf Appanagen-Land, und zwar in „Waldungen, Hutweiden und unkultivirten Boden, dessen Ankauf keine „bedeutenden Auslagen verursachen kann; endlich durchschneidet die Bahn „in einer kleinen Strecke das Land der deutschen Kolonisten, welches „gerade dort auch nur einen unbedeutenden Werth hat. Nach allen über „den Werth der Ländereien bei St. Petersburg eingezogenen Erkundigun„gen, glaube ich für die ganze Grundeinlösung nicht mehr anschlagen zu „dürfen, als . . . . 87 480 Rthlr.

2. „Vorarbeiten, nämlich Errichtung zweier hohen Thürme an „dem Ligofkakanal und an dem Ende der Bahn im Parke von Pawlowsk, zum „Abstecken der geraden, 6798 Ruthen langen, meist durch Waldungen ge„henden Bahnlinie; Aufstellung der andern Signale in dieser Linie; Aus„hebung eines Grabens zur Bezeichnung der Mittellinie der ganzen Bahn, „Durchhauen der Waldungen und Abräumen der Bäume auf die Seite, Her„stellung von Wegen durch die sumpfigen Strecken und von Nothbrük„ken über die Wässer zum Behufe der Materialzufuhr, Errichtung zeitwei-

„liger hölzerner Wohnhütten für das Aufsichtspersonale, Beischaffung der „Latten, Nägel und Schnüre zum Profiliren, und andere Auslagen die- „ser Art . . . . 8748 Rthlr.

3. „Dammbau. Die obere Breite des Eisenbahndammes beträgt „$14\frac{1}{6}$ Fuſs, die Böschung $1:1\frac{1}{2}$. Die Bahn muſs, um dem Verwehen mit „Schnee möglichst wenig ausgesetzt zu sein, in dem gröſsten Theile ihrer „Länge auf einem Damme geführt werden, dessen mittlere Höhe ich zwi- „schen dem Ligofka-Kanal und dem Moskauer Chaussée-Durchschnitte „mit $9\frac{3}{4}$ Fuſs, von da aber bis zum Anfange des Parkes von Pawlowsk „mit $8\frac{3}{4}$ Fuſs angenommen habe. Die ganze Dammarbeit beträgt, der „hierüber gemachten Detailberechnung zufolge 154 894 Scht. R. Sämmtliche „zu dieser Dammherstellung erforderliche Erde wird zur Seite, jedoch „höchstens bis zu $3\frac{1}{2}$ Fuſs Tiefe ausgehoben, und hiebei die Arbeit so ge- „leitet, daſs auf den Abfluſs des Wassers überall möglichst Rücksicht ge- „nommen wird. Dieſs muſs vorzüglich deshalb geschehen, damit auf „den Grundflächen der später zu beiden Seiten der Bahn erbauten Land- „häuser nirgends das Wasser stehen bleibe, sondern überall, so weit es „das Gefälle der Gegend zuläſst, einen gehörigen Abfluſs finde. Da nun „der mittlere Querschnitt des Dammes 292 Quadratfuſs beträgt, so wird die „Erde im Durchschnitte nicht über $5\frac{2}{3}$ Ruthen weit von der Seite zugeführt „werden. Nach den hiesigen Arbeitspreisen kann man, wenn die Mittel „zur Erzielung wohlfeiler Preise, wovon später gesprochen wird, ange- „wendet werden, den Preis einer Schachtruthe zu etwa 16 Sgr. annehmen; „es betragen sonach die Kosten der ganzen Erdarbeit . . 82 810 Rthlr.

[Der Damm wird wahrscheinlich nur *im Durchschnitte* die angegebene Höhe erhalten; denn sonst müſste das Terrain ungewöhnlich eben sein. Die Breite der Krone, von $14\frac{1}{6}$ Fuſs ($2\frac{1}{3}$ Faden), ist wohl nur für *eine* Bahn berechnet; denn für *zwei* würde sie nicht zureichen. Man will also den Damm erst späterhin breiter machen. Herr von Gerstner ist, zufolge seiner mündlichen Äuſserung, wie Brunton und andere englische Ingenieurs, und wie der Herausgeber dieses Journals, der Meinung, daſs man die Spuren der Eisenbahnwagen bis jetzt *zu schmal* macht, und daſs es wahrscheinlich in der Folge besser werde befunden werden, ihnen eine bedeutend gröſsere *Breite* zu geben; vielleicht bis zu 6 F., und darüber. D. H.]

4. „Brücken. Auf der Chaussée von St. Petersburg bis Paw- „lowsk kommen deren 24 vor, wovon die Hälfte gewölbt, oder mit ge-

„mauerten Widerlagen, die andere Hälfte aber bloſs von Holz hergestellt „ist. Wollte man bei der Eisenbahn durchaus steinerne Brücken erbauen, „so würde dieſs eine Zeit von zwei Jahren erfordern, und man müſste „diese Brücken schon itzt in der Breite, welche zwei Bahnen benöthigen, „anlegen; die Kosten dieser Objekte wären also sehr bedeutend. Aus „beiden Gründen sollen daher die Brücken auſserhalb der Stadt ganz von „Holz hergestellt werden; nur jene über den Umfangskanal, welche we- „gen der Schiffahrt eine Spannweite von 61 Fuſs haben muſs, erfordert „gemauerte Widerlagen. Im Jahre 1835 wurde eine solche Brücke über „den Umfangskanal mit gemauerten Widerlagen und hölzernen Bogen am „Peterhofer Wege hergestellt, welche laut der hierüber geführten Baurech- „nung 27837 Rthlr. kostete; ich nehme daher für unsere Brücke diese „Summe an. Auſser der Stadt, wo die Bahn dieselben Wässer, wie die „Chaussée übersetzt, haben wir 23 hölzerne Brücken, meist nur von 7 bis „14 Fuſs Spannweite. Die Baukosten einer solchen Brücke, nämlich das „Material sammt Zufuhr, die ganze Herstellung und Betheerung kann mit „etwa 437 Rthlr. angenommen werden; es beträgt also der Bau aller „24 Brücken . . . . 37 908 Rthlr.

5. „Hölzerne Querbalken. Bei allen Bahnen werden die „Schienen in der ersten Zeit, wo die Dämme noch nicht die gehörige „Festigkeit erlangt haben, auf hölzerne Querbalken festgemacht. Sind „diese in mehreren Jahren verfault, so können sie entweder wieder durch „andere hölzerne Balken erneuert werden, wie dieses bei den meisten „Amerikanischen Bahnen der Fall ist, oder man kann die Schienen auf „Würfeln von Quadersteinen befestigen. Bei unserer Bahn sollen anfangs „durchaus hölzerne Querbalken in der Entfernung von 3 zu 3 Fuſs Engl. „oder 2 Fuſs 10 Zoll 11 Linien Preuſs. verwendet werden. Ein Stück „Fichtenholz von 12 Zoll Durchmesser und 10 Fuſs Länge, auf zwei ent- „gegengesetzten Seiten zugehauen, die beiden andern Seiten abgerundet, „sodann von allen 4 Seiten zweimal getheert, kostet sammt Transport „1 Rthlr. 5 Sgr., folglich 30 917 Stück . . . . 36070 Rthlr.

6. „Faschinen. Die meisten Veränderungen des Erdreichs zur „Zeit des Aufthauens im Frühjahre entstehen daraus, weil die in der Erde „enthaltene Feuchtigkeit vor Beginn des Frostes nicht gehörig abgeführt „wird; thaut nun die Erde auf, so dehnt sie sich an der Oberfläche aus. „Die Schienen einer Eisenbahn würden sonach in jedem Frühjahre wäh-

„rend 8 oder 14 Tagen mehr oder minder aus ihrer Lage gebracht und „müfsten jedesmal wieder gerichtet werden. Das einfachste und am min„desten kostspielige Mittel dagegen ist die Einlegung von Faschinen un„terhalb der Erdoberfläche, quer über die Dammbreite. Solcher Faschi„nen sollen wenigstens eine von 1 Fufs Durchmesser und 17 Fufs Länge „zwischen zwei Querhölzern, wo aber der Boden lehmig ist, sollen zwei „und selbst drei solcher Faschinen über einander eingelegt werden. Ich „nehme auf eine Ruthe etwa 5 Faschinen, folglich 39 750 Stück an. Eine „Faschine von 17 Fufs Länge und 1 Fufs Durchmesser kostet sammt Zu„fuhr $8\frac{3}{4}$ Sgr., folglich sämmtliche Faschinen . . . . . . 11 591 Rthlr.

[Wenn aber die Faschinen anfangen, zu verfaulen, wird der Damm sich sehr senken. Doch ist allerdings eine Senkung, und also auch vielleicht eine Umlegung der Schienen, fast immer unvermeidlich. D. H.]

7. „Steinunterlage und Beschotterung. Um das Regen„wasser von der Dammoberfläche und vorzüglich von den Querhölzern „möglichst abzuführen, werden unter und um ein jedes Querholz Steine „und Schotter gelegt; dann wird zwischen den Schienen für den Weg „4 Zoll hoch beschottert. Auf der Chaussée zwischen St. Petersburg und „Zarskoe-Selo wird 1 Schachtruthe Stein mit $7\frac{1}{3}$ Rthlr., und 1 Schacht„ruthe zerschlagener Stein, in Stücken von 1 bis $1\frac{1}{4}$ Kubikzoll, mit $11\frac{2}{3}$ „Rthlr. bezahlt. Der hohe Preis dieses Materials fordert die möglichste „Ersparung desselben; ich nehme daher für die laufende Ruthe nur 55 „Kubikfufs, also im Ganzen 2891 Schachtruthen an. Hievon werden 2182 „Schachtruthen als Stein zu $7\frac{1}{3}$ Rthlr., die übrigen 709 Schachtruthen „als Schotter zu $11\frac{2}{3}$ Rthlr. an die Bahn geliefert. Diese 2891 Schacht„ruthen Steine müssen nun auf den Erddamm geführt, vertheilt, und in „die Erde festgestampft werden, wofür ich 1 Rthlr. 6 Sgr. für die Schacht„ruthe annehme, thut . . . . 27 760 Rthlr.

8. „Bahnschienen. Von den Schienen der neuern, für den Ge„brauch der Dampfwagen bestimmten Bahnen wiegt der Fufs 19,94 Pfund. „Es sind also zur laufenden Ruthe einfache Bahn 438,56 Pfund Schienen „nöthig. Nach dem Antrage, welchen Starfords Davies und Comp. in Bri„stol am 1. October 1835 machten, wird der Centner Bahnschienen frei „am Bord im Hafen von Newport für 2 Rthlr. $26\frac{1}{4}$ Sgr. (8 Pf. St. 10 Sh. „für die Tonne) geliefert. Der Frachtlohn von Newport bis St. Petersburg „beträgt 5 bis 10 Sgr. für den Centner. Seit dem October 1835 ist das Eisen

„in England, öffentlichen Berichten zufolge, um 20 Sgr. der Ctr. (2 Pf. St. „für die Tonne) gestiegen. Wir müssen also jetzt den Preis zu 3 Rthlr. „16½ Sgr. (10½ Pf. St. für die Tonne) für den Ctr. gewalztes Eisen anneh- „men. Hiezu der Mittelpreis der Fracht von 7½ Sgr. gerechnet, thut 3 Rthlr. „24 Sgr. für den Ctr. gewalzter Schienen in Petersburg, also für 29419 Ctr. „Schienen, die zu 7379 Ruthen (26½ Werst) Bahn nöthig sind, 111792 Rthlr." Hier scheint im Original ein Rechnungsfehler zu sein. Es sind ausgeworfen 425675 Rubel Ass. oder . . . . 124 141 Rthlr.

[Der Preis der Schienen ist übrigens jetzt in England neuerdings gestiegen. D. H.]

9. „Gufseisenlager, zu 21,3 Pfd. das Stück, thut 12013 Ctr. „Gufseisen zu 61833 Schienen-Stühlen. Der Preis des Gufseisen war in „Newport, im October v. J. 2 Rthlr. 6 Sgr., jetzt 2 Rthlr. 26⅞ Sgr. für den „Ctr., wozu 7½ Sgr. Fracht kommen. Es sind also nöthig für 12013 Ctr. „Eisen zu 3 Rthlr. 3⅜ Sgr. . . . . 37 501 Rthlr.

10. „Zungen und Mittelstücke bei den Ausweicheplätzen, „theils von Schmied- theils von Gufseisen; Eisentheile für die Drehschei- „ben und die Wegübersetzungen; dann schmiedeiserne Nägel für sämmt- „liche Schienen, alles zusammen an 317 Ctr. zu 6 Rthlr. 13 Sgr. im „Durchschnitte. . . . . 2 041 Rthlr.

11. „Frachtlohn. Für 44921 Ctr. Schienen und Lager, und „zwar Ausschiffungskosten im Hafen von St. Petersburg, dann Frachtlohn „vom Hafen bis auf die Bauplätze, zu 13¾ Sgr. . . . . 20 637 Rthlr.

12. „Legen der Bahn, nämlich Stampfen des Erdreichs an der „Dammoberfläche, Legen der Querhölzer, Befestigen der gufseisernen La- „ger und der Schienen, genaues Abwägen und Richten der Schienen, sammt „Beischaffung der hölzernen Nägel, zu 47,1 Sgr. für die laufende Ruthe. „Nach dem ersten Winter müssen die gesenkten Dämme wieder erhöht, „folglich die Bahn gehoben und wieder neu gerichtet werden, welches „23,6 Sgr. beträgt; nach dem zweiten Winter mufs dieselbe Arbeit, jedoch „nicht mehr so bedeutend, wieder vorgenommen werden; es wird also „blofs 11,8 Sgr. für die Ruthe angeschlagen; bei der spätern Benutzung „der Bahn kommt diese Verbesserung nicht mehr als besondere Auslage „vor. Das sämmtliche Legen, Richten, Heben und wieder Neurichten der „Bahn beträgt also zusammen 2 Rthlr. 22,4 Sgr. für die Ruthe, folglich für „7379 Ruthen . . . . 20287 Rthlr.

13. „Wegübersetzungen oder Überfahrten an jenen Stellen, wo „die Eisenbahn von Kommunikazionswegen durchkreuzt wird; jede Über- „setzung ohne den Schienen zu 116 Rthlr. 20 Sgr., folglich für 10 Orte, „die vorkommen dürften . . . . 1166 Rthlr.

14. Drehscheiben, nämlich Herstellung des Fundamentes und „der übrigen Theile, jedoch ohne Schienen; für jede Drehscheibe zu „154 Rthlr. 20 Sgr., folglich für 6 Drehscheiben . . . . 875 Rthlr.

[Diese Kosten der Drehscheiben möchten wohl zu geringe angeschlagen sein. D. H.]

15. „Gebäude. Auf der Moskauer Chaussée sind die Kasernen, „worin die Chaussée-Soldaten wohnen, beinahe 1 Meile von einander „entfernt. Bei der Eisenbahn, wo die Aufsicht wegen der Schneeräumung „weit größser sein muſs, sollen die Kasernen nur 566 Ruthen von einander „entfernt seyn, eine jede soll für die Bewohnung von 10 bis 15 Arbeitern „eingerichtet und mit einem geräumigen Zimmer zum Versammlungsorte der „Reisenden versehen seyn. Dieſs letztere ist nothwendig, um dem Publikum „die Gelegenheit zu geben, nicht bloſs an beiden Endpunkten, sondern „auch an 11 andern, an der Bahn liegenden Punkten abfahren zu kön- „nen. Eine solche Kaserne nach der Art der bei der Chaussée bestehen- „den, nämlich von Holz auf gemauertem, $2\frac{1}{4}$ Fuſs hohem Fundamente, „inwendig stukaturt, nebst erforderlichen Nebengebäuden, nämlich Zeug- „haus, Badstube, Keller, Brunnen, Zaun etc. wird nicht über 3000 Rthlr., „folglich 11 Kasernen zusammen etwa 32000 Rthlr. kosten. Ferner wird „sowohl in St. Petersburg als in Zarskoe-Selo ein Gebäude mit einer „Wohnung für den Beamten, einer Kanzlei, geräumigem Versammlungs- „zimmer der Reisenden, Wohnung für 10 bis 15 Arbeiter, mit Stallungen „und Wagenschupfen, sammt Pumpengebäuden für die Dampfwagen er- „richtet, deren jedes mit 8750 Rthlr., also beide zu 17500 Rthlr. ange- „schlagen werden. Sämmtliche zum Betriebe der Bahn nothwendigen „Gebäude betragen also etwa 50 000 Rthlr. Auſserdem werden zur Un- „terkunft des Publikums, welches die Parkanlagen von Pawlowsk besucht, „mehrere Gebäude im Parke errichtet, wovon später umständlicher ge- „sprochen werden wird. Der Betrag für den Bau und die Einrichtung „dieser Gebäude erscheint hier vorläufig mit 58000, folglich der Aufwand „für sämmtliche Gebäude mit . . . . 107 892 Rthlr.

16. „**Fundus instructus.** Wir werden später die Umstände „kennen lernen, aus welchen sich auf eine Annahme von wenigstens „300 000 Reisenden jährlich schließen läßt. Dieß giebt im Durchschnitte „täglich 822 Reisende, welche die Fahrt von St. Petersburg nach Zarskoe-Selo oder Pawlowsk und wieder zurück machen. Wollte man an-„nehmen, daß diese Reisenden auf einmal, oder zu einer Zeit abgehen, so „würde dieß 55 Diligencen erfordern, deren jede 15 Reisende enthält; hie-„zu gehören bei dem vortheilhaften Profil unserer Bahn bloß 4 Dampf-„wagen. Nimmt man an, daß alle Reisenden nur während zwei Zeiten „des Tages abfahren, so werden 28 Diligencen und 2 Dampfwagen be-„nöthigt. Weil jedoch vorzüglich an den Sonntagen weit mehr Personen, „als in der Woche fahren, so nehme ich zur vollen Sicherheit 5 Dampf-„wagen und so viel Diligencen an, um zu gleicher Zeit eintausend Per-„sonen und nebstbei noch zehn Equipagen solcher Personen befördern zu „können, die in ihren eigenen Wagen fahren wollen. Wir haben sonach:

„8 Diligencen der elegantesten Gattung, eine jede für 15 „Personen à 1750 Rthlr.	14 000 Rthlr.
„8 Diligencen von solcher Elegance wie die in St. Pe-„tersburg gebräuchlichen; eine jede für 20 Personen „à 1312½ Rthlr.	10 500 —
„30 ordinäre offene Stuhlwagen zu 24 Personen (Chars „à bancs) à 437½ Rthlr.	13 125 —
„10 Bahnwagengestelle zum Transporte von eben so viel „Equipagen à 146 Rthlr.	1 460 —
„15 Güterwagen zum Transporte von Provisionen, Waaren, „lebenden Thieren etc. à 175 Rthlr.	2 620 —
„5 Dampfwagen, sämmtlich in England gebaut, sammt „Fracht bis St. Petersburg und Aufstellungskosten da-„selbst à 8000 Rthlr.	40 000 —
„1 Brückenwage (pont à bascule) sammt Mauerwerk und „Holz zu ihrer Aufstellung	1 166 —
„2 Kraniche zum Auf- und Abladen, sammt Mauerwerk „zu ihrer Aufstellung	1 458 —
	84 319 Rthlr.

17. „**Schmiede** zur Reparatur der Dampf- und andern Wagen, „sammt Einrichtung derselben . . . . 8 750 Rthlr.

18. „Sämmtliche Regie- und Administrazions-Kosten, dann di- „verse Auslagen der ganzen Unternehmung, wovon später umständlich ge- „sprochen werden wird, ... 174 824 Rthlr.

Total-Summe . . 874 800 Rthlr.

„Mit dieser Summe (3 Millonen Rubel) wird man reichlich auslan- „gen, nachdem alle Preise so angenommen wurden, daſs sich in den mei- „sten Posten Ersparungen machen lassen. Es versteht sich aber von selbst, „daſs für den Fall, als das Eisen in England noch mehr steigt, oder wenn „die Akziengesellschaft eine Verlängerung der Bahn, z. B. entlängs dem „Boulevard von Zarskoe-Selo beschlieſsen sollte, oder auch wenn die „Anzahl der Reisenden so zunimmt, daſs neue Gebäude für ihre Unter- „kunft angelegt, oder der Fundus instructus vermehrt werden muſs, so- „dann auch ein neues Kapital erfordert werden wird. Dieſs ist jedoch of- „fenbar nur als ein vortheilhaftes Ereigniſs für die Unternehmung anzuse- „hen, denn nun werden auch die Erträgnisse derselben in einem bedeu- „tend gröſsern Verhältnisse steigen, als es in diesem Mémoire berechnet „ist. Um in dieser Hinsicht für jedes Ereigniſs gedeckt zu seyn, erscheint „es, nach dem in solchen Fällen in England üblichen Verfahren auch hier „räthlich, ein Kapital z. B. von 145 800 Rthlr. ($\frac{1}{2}$ Mill. Rubel) als Reserve- „fond noch disponibel zu haben; dieses Kapital wird aber nur nach „Maaſsgabe des eintretenden Bedürfnisses verwendet."

„Aus diesem Überschlage und dem Vorangeführten ersieht man „nun meinen ganzen Plan für die Ausführung der Unternehmung. Es „handelte sich hierbei um einen soliden Bau und eine möglichst schnelle „Ausführung desselben. Deſshalb sollen die stärksten Schienen angewen- „det werden, die bisher noch bei einer Eisenbahn in England gebraucht „wurden. Da aber die steinernen Brücken zwei volle Jahre Zeit benö- „thigen würden, so sollen selbe, mit Ausnahme jener über den Umfangs- „kanal, von Holz hergestellt werden. Mit der Zeit kann man diese Brük- „ken von Stein bauen. Da man sodann die Baumaterialien auf der Bahn „zuführt, so wird der Bau viel wohlfeiler zu stehen kommen, als es itzt „der Fall wäre, wo man die Baumaterialien gröſstentheils auf durchge- „hauenen Waldwegen oder in sumpfigen Strecken zuführen müſste."

„Die Grundeinlösung wird für zwei Bahnen vorgenommen, der „Bau aber inzwischen bloſs mit einem Geleise ausgeführt; steigt der Ver-

„kehr sehr bedeutend, so kann, wie es bei der Darlington Bahn und andern „englischen Bahnen der Fall war, ein zweites Geleise zugebaut werden."

[Die Eisenbahn von Petersburg nach Zarskoe-Selo ist beinahe genau so lang, wie die projectirte Bahn zwischen Berlin und Potsdam. Die *Bauart* beider Bahnen ist ebenfalls ungefähr gleich angenommen; auch die Summe der vorausberechneten Kosten kommt ziemlich überein, wenn man von den Regiekosten der Petersburger Bahn etwa 150 000 Rthlr. abzieht, um welche Summe ungefähr die Regiekosten bei der Potsdammer Bahn geringer angeschlagen sind. D. H.]

Zeit der Beendigung des Baues der Eisenbahn von St. Petersburg nach Zarskoe-Selo und Pawlowsk. (Auszug.)

Das Anlage-Capital von 3 Millionen Rubel ist schon vor Erscheinung dieser Abhandlung subscribirt gewesen, und folglich die Gesellschaft, nach der von der Regierung gestellten Bedingung, schon als constituirt anzusehn. Der Herr Verfasser reiset jetzt nach England, um Schienen auszuwählen, und Ingenieurs und Werkmeister zu engagiren. Während dessen werden die Arbeiten unter der Aufsicht östreichischer Ingenieurs angefangen. Der Herr Verfasser erklärt, daſs die Eisenbahn von St. Petersburg bis Zarskoe-Selo am 1. October 1836 werde eröffnet werden können, unter der Bedingung, daſs er Ende Februar nach England abreisen könne, [er kam erst im April durch Berlin. D. H.]; daſs der Bau in dem gröſseren Theile der Länge am 1. Mai und auf den Rest der Länge am 15. Juli d. J. begonnen werden könne; daſs die Hälfte der Schienen und Schienenstühle Anfangs Juni und die zweite Hälfte Ende August in Peterburg abgeliefert werde; daſs die Erdarbeiten so contrahirt werden, daſs sie im August beendigt werden, die übrigen Arbeiten und Lieferungen aber in den gehörigen Terminen erfolgen, und daſs endlich kein ungewöhnlich nasser Sommer eintrete, was aber bei Petersburg selten der Fall sei. Könne der Herr Verfasser erst am 20. März abreisen, so sei die Eröffnung der Bahn in diesem Jahre unmöglich. Die Abreise hänge von der Ausfertigung des Privilegiums ab. Die Verlängerung bis Pawlowsk werde etwa $\frac{1}{2}$ Jahr später vollendet werden. Die künftige Erhöhung der Dämme werde übrigens die Benutzung der Bahn im ersten Frühlinge um 2, im zweiten um 1 Woche unterbrechen.

Benutzungsart der Bahn und Dauer der Fahrt auf derselben. (Wörtlich.)

„Die englischen Eisenbahnen werden durchaus in der Art benützt, „dafs die Akziengesellschaften mit eigenen Diligencen, Frachtwagen, Dampf„wagen oder Pferden den Transport der Reisenden oder Waaren überneh„men, und hiefür bestimmte Gebühren von dem Publikum erheben. Die „hiesige Akziengesellschaft wird sonach, wie es unter No. 16. im Über„schlage angeführt ist, so viel Personen- und Güterwagen, dann Dampfwa„gen ankaufen, als der vollkommene Betrieb der Bahn erfordert. Wie wir „später sehen werden, ist diese Bahn vorzüglich für Reisende bestimmt; „es mufs also, so oft es nur immer lohnt, d. h. so oft mehr als 40 Pas„sagiere zu einer Zeit vorhanden sind, ein Dampfwagen in Bewegung „gesetzt werden. Ist die Anzahl der Reisenden geringer, so werden „Pferde gebraucht, wie es noch bis zur Stunde für den Transport aller „Reisenden auf der Darlingtoner Bahn und auf vielen andern englischen und „amerikanischen Bahnen der Fall ist. Auf der Eisenbahn zwischen Nürn„berg und Fürth gehen die Dampfwagen täglich nur zweimal hin und her, „während die Diligencen, mit Pferden gezogen, den Weg täglich 6 bis 8 „mal hin und her zurücklegen. Auf der Lyoner Eisenbahn werden die „meisten Reisenden mit Pferden befördert."

„Nach der Bekanntmachung, welche ich bereits zur Belehrung der „engl. Maschinenfabrikanten in den Times, dem Leeds Mercury und dem „Railway Magazine veranstaltete, mufs jeder Dampfwagen den Weg von „der Fontanka bis zum Ende der Bahn im Parke von Pawlowsk von „25½ Werst oder 17 engl. Meilen Länge in höchstens 40 Minuten zurück„legen, und hiebei 150 bis 200 Passagiere in mehren Diligencen vertheilt, „führen; der Dampfwagen darf während einer Fahrt kein frisches Was„ser einehmen. Da Zarskoe-Selo der Bahn nach nur 22 Werst entfernt „ist, so entfallen 35 Minuten auf einer Fahrt dahin."

„Hiebei ist aber vorausgesetzt, dafs innerhalb der Stadt, dann bei „dem Übersetzen der Moskauer Chaussée und der andern Wege keine be„sondere Hemmung eintritt, wäre diefs der Fall, z. B. wenn Truppen „auf einem solchen Wege quer über die Bahn passiren, so wird natür„lich die Fahrt nach Zarskoe-Selo länger als 35, jene nach Pawlowsk „länger als 40 Minuten dauern. Bei jedem Durchschnitte der Bahn mit

„Strafsen sind übrigens Wächter aufgestellt, welche das Aviso für die „Wagenzüge auf der Eisenbahn geben, und so einem jeden Unglücke „vorbeugen."

„Wollte man die hiesige Bahn nach Art jener von London nach „Greenwich innerhalb der Stadt St. Petersburg auf gemauerte Bogen le-„gen, dann über die Moskauer Chaussée und die andern Querwege Brük-„ken bauen, so dafs der ganze andere Verkehr unterhalb der Eisenbahn „durchginge, so könnte man auch die Bahn mit jeder Geschwindigkeit „ohne irgend einem Aufenthalte befahren. Es unterliegt keinem Zweifel, „dafs man auf einer solchen, durchaus 20 bis 25 Fufs über dem Terrain „erhöhten Bahn binnen 25 Minuten von der Fontanka nach Zarskoe-Selo „und in höchstens 30 Minuten in den Park von Pawlowsk gelangen könnte; „aber welche ungeheure Auslagen würde dieser Bau verursachen! — Mit „einer solchen kolossalen Unternehmung darf, meiner Meinung nach, die „Einführung der Eisenbahnen in Rufsland nicht beginnen; ich hoffe, das „hiesige Publikum wird zufrieden seyn, wenn man vorerst in 35 und selbst „in 40 Minuten um den dritten Theil der bisherigen Kosten nach Zarskoe-„Selo fahren kann. Steigt später die Anzahl der Reisenden, wie bei der „Bahn zwischen Dublin und Kingstown auf jährlich 1 061 618, so kann „man immer noch ein zweites Geleise zubauen und die ganze Bahn über „die Strafsen der Residenz und das ganze von ihr durchschnittene Ter-„rain erhöhen."

„Sind zur Zeit einer Abfahrt nur wenige Reisende vorhanden, so „werden, wie schon gesagt wurde, gute Pferde gebraucht, die dann eine „Stunde bis Zarskoe-Selo benöthigen. Die Waaren oder andere Gegen-„stände, welche auf der Bahn zu verführen kommen, gehen in einem „Zuge mit den Reisenden. Wer in seinem eigenen Wagen fahren will, „der entrichtet auch hiefür einen bestimmten billigen Betrag, und man „führt den Wagen sammt Reisenden auf einem besondern Eisenbahngestelle, „wie man die Reisewagen im Winter auf Schlitten transportirt."

„Um Reisende nicht blofs an beiden Endpunkten, sondern auch an „andern Punkten der Bahn aufnehmen zu können, werden, wie schon „gesagt wurde, von 566 zu 566 Ruthen an der Bahn Gebäude errichtet, „in deren jedem sich ein Zimmer zum Versammlungsorte der Reisenden „befindet. Die Einrichtung ist nun folgende: Jene Reisenden, welche „von einem Endpunkte der Bahn zum andern fahren, machen mit dem

„Dampfwagen ohne Aufenthalt die ganze Reise. Unmittelbar dahinter geht „eine Diligence, die durch ein gutes Pferd gezogen wird, um alle Reisen„den am Wege aufzunehmen, oder wie die Engländer sagen: „to clear „the way." Die Conducteurs aller Wagen haben Uhren, welche mit den „Uhren auf den Eisenbahn-Comptoirs ganz gleich gehen, mit einem am „Comptoir aufbewahrten Schlüssel geschlossen, und daselbst alle 8 Tage „aufgezogen werden. Der Conducteur der Diligence, welcher ein Pferd „vorgespannt ist, kann nun beurtheilen, ob er vor dem Abgange des „nächsten Zuges in der Stazion am Ende der Bahn anlangt oder nicht; „ist die Zeit zu weit vorgerückt, so bleibt er in einem Ausweicheplatze „stehen, und setzt erst dann die Fahrt fort, bis der Dampfwagenzug vor„beipassirt; auch wird man auf unserer Bahn von einem Ausweicheplatze „zum andern sehen können. Auf solche Art kann es geschehen, dafs „die Reisenden, welche nicht von einem Endpunkte der Bahn abgehen, „eine Stunde, oder $\frac{5}{4}$ Stunden Zeit benöthigen; allein sie gewinnen immer „noch gegen die bisherige Beförderungsart die Hälfte an der Zeit, und „mehr als die Hälfte an den Kosten. Würde die Eisenbahn mit zwei Ge„leisen angelegt, so wäre, wie sich von selbst versteht, kein solcher Auf„enthalt zu befürchten, denn nun würden die mit Pferden gezogenen Di„ligencen, welche dem Dampfwagen folgen, die ganze Fahrt ohne Unter„brechung machen können."

[Von den Abgangspunct in Petersburg bis Zarskoe-Selo beträgt die Entfernung nach den obigen Angaben noch etwas über drei Meilen. Diese Strecke mit Pferden in 1 Stunde zurückzulegen, möchte wohl, selbst mit russischen Pferden, schwer werden. Gegen das Scheuen der Pferde vor den Dampfwagen wird man besondere Vorkehrungen treffen müssen. D. H.]

Frachttarif auf Eisenbahnen im Auslande. (Auszug.)

In England und Frankreich wird auf den Eisenbahnen an Personenfracht in der Regel nur halb so viel bezahlt, als in den Diligencen auf Chausséen; die Zeitdauer der Reise beträgt nur den dritten Theil; die Fahrt auf der Eisenbahn ist aber bequemer und angenehmer als auf der Chaussée, und verursacht den Reisenden keine Ermüdung.

Auf der Chaussée zwischen Liverpool und Manchester, etwa $6\frac{1}{2}$ Meile lang, bezahlt man für einen Platz *in* den Diligencen 3 Rthlr. 10 Sgr. und auf

der Aufsenseite derselben 1 Rthlr. 20 Sgr. Auf der Eisenbahn kostet der Platz innerhalb nur 1 Rthlr. 20 Sgr. und aufserhalb 1 Rthlr. 5 Sgr. Auf der Chaussée sind zur Fahrt 4 Stunden, auf der Eisenbahn nur $1\frac{1}{2}$ Stunden Zeit nöthig. In Folge dessen ist die Zahl der Reisenden auf das Dreifache gestiegen.

Auf der Eisenbahn zwischen Lyon und St. Etienne, etwa $7\frac{3}{4}$ Meilen lang, kostet der Platz im Coupé der Berlinen 1 Rthlr. 26 Sgr., im Innern des Wagens 1 Rthlr. 18 Sgr., auf den Wagen 2ter Classe 1 Rthlr. 10 Sgr. und auf den Chars à bancs 1 Rthlr. 2 Sgr.

Auf der Eisenbahn zwischen Brüssel und Mecheln, etwa 3 Meilen lang, kostet der Platz in den Berlinen 20 Sgr. in den Diligencen 12 Sgr., in den Chars à bancs 8 Sgr. und in den Waggons 4 Sgr.

Nur die Liverpooler Bahn reicht bis in den Mittelpunct von Liverpool; die andern Bahnen nur bis *an* die Städte, und die Passagiere müssen sich besonderer Fuhrwerke bedienen, um weiter zu kommen.

Frachttarif auf der Eisenbahn von St. Petersburg nach Zarskoe-Selo und Pawlowsk. (Auszug.)

Auf der Chaussée kostet jetzt ein Platz in den Diligencen, von der Abuchow-Brücke zu Petersburg bis Zarskoe-Selo, etwa 1 Rthlr. ($3\frac{1}{2}$ Rubel), hin, und eben so viel zurück. Hiernach, und nach einem Mittel der Transportkosten auf den Eisenbahnen in England, Frankreich und Belgien, so wie mit der Rücksicht, dafs die Preise der Dinge in England wohl doppelt so hoch sind, als in Rufsland, schlägt der Herr Verfasser für die Petersburger Bahn folgenden Tarif vor.

	Nach Zarskoe-Selo.			Nach Pawlowsk.		
	Rthlr.	Sgr.	Pf.	Rthlr.	Sgr.	Pf.
Für einen Platz in den elegantesten Wagen .	—	21	9	—	26	3
Für einen Platz in ordinairen Diligencen . .	—	15	9	—	18	4
Für einen Platz in ganz ordinairen, offenen Stuhlwagen, für die untere Classe bestimmt,	—	7	—	—	8	9
Für einen Centner Waaren, Möbel, Getreide, Salz etc.	—	1	8	—	1	11
Für ein Pferd zu transportiren	—	21	10	—	26	3
Für einen Wagen voll Kühe, Schweine etc. .	1	13	9	1	22	6
Für ein Schaf, ein Kalb	—	—	$10\frac{1}{2}$	—	—	$12\frac{1}{2}$
Für einen Reisewagen, Phaëton, Kalesche etc., dessen Eigenthümer mitfahren, nebst der Bezahlung nach dem Gewichte, noch für die Person	—	6	8	—	8	4

Nach diesem Tarife würde z. B. eine Familie, die von Petersburg nach Zarskoe-Selo, mit 48 Ctr. Möbel und einer leeren Calesche von etwa 8 Ctr. an Gewicht, übersiedelt, im Ganzen dafür etwa 3 Rthlr. 6 Sgr. zu bezahlen haben. Befinden sich in der Calesche 4 Personen und ein Bediente, so kommen noch 1 Rthlr. 11 Sgr. hinzu, und wenn auch die beiden Pferde, um sie zu schonen, auf der Eisenbahn transportirt werden sollen, noch 1 Rthlr $13\frac{3}{4}$ Sgr.

Wer mit einem Bedienten, im eigenen, $6\frac{1}{3}$ Ctr. schweren Wagen nach Pawlowsk oder von dort zurückfährt, hat 1 Rthlr $6\frac{3}{4}$ Sgr. zu bezahlen. Für den weitern Transport eigener Wagen durch die Stadt, gegen billige Preise, werden die Eisenbahn-Unternehmer sorgen.

Jemandem, der von Zarskoe-Selo nach Petersburg auf den Heumarkt fährt, dort 70 Pfd. Victualien einkauft, und damit zurückfährt, kostet die Reise 15 Sgr. und $2\frac{1}{3}$ Stunden Zeit.

Verkehr von Reisenden auf den Eisenbahnen im Auslande.
(Auszug.)

Zwischen Stockton, mit 5000, und Darlington, mit 6000 Einwohnern, wo bei der Eisenbahn auf gar keinen Personenverkehr gerechnet war, passirten im Jahr 1833, 43 084 und im Jahre 1834, 63 851 Personen. Es kamen also auf jeden Einwohner der beiden Städte im Durchschnitte *jährlich 3 Hin- und 3 Rückfahrten.*

Zwischen Manchester, mit 165 000, und Liverpool, mit 150 000 Einwohnern, wo die Passage auf der Chaussée jährlich in 165 000 Personen bestand, war der Verkehr auf der Eisenbahn folgender:

Jahr.	Reisende.	Waaren.	Steinkohlen.	Die Brutto-Revenue betrug: von den Reisenden.		von den Waaren.		von den Steinkohlen.		Zusammen.	
		Ctr.	Ctr.	Rthlr.	Sgr.	Rthlr.	Sgr.	Rthlr.	Sgr.	Rthlr.	Sgr.
1832	356 915	3 142 681	1 367 821	554 433	25	449 702	6	33 256	28	1 037 392	19
1833	386 492	3 837 687	1 606 573	658 774	21	528 397	21	34 867	22	1 222 040	3
1834	458 153	4 003 629	1 904 810	740 421	12	548 576	—	42 230	$22\frac{1}{2}$	1 331 228	$4\frac{1}{2}$
1835	503 928	4 253 123	2 072 959	802 234	5	600 045	20	47 260	—	1 449 539	25
Jährliche Brutto-Einnahme im Durchschnitt . .										1 260 049	$12\frac{1}{2}$

Die Zahl der Reisenden und das Gewicht der Waaren und Steinkohlen beruht für die Jahre 1832, 3 und 4 auf directen Angaben. Für das Jahr

1835 fehlen dergleichen, und die Zahlen sind nach der Einnahme *berechnet.* Zwischen diesen beiden Städten kommt also auf jeden Einwohner *jährlich beinahe 1 Hin- und 1 Rückreise.*

Zwischen Dublin, von 230 000, und Kingstown, von 1500 Einwohnern, passirten im ersten Jahre, aufser denen, welche abonnirt hatten, 1 061 618 Personen. Hier kommen folglich auf jeden Einwohner *jährlich mehr als 2 Hin- und 2 Rückreisen.*

Die Eisenbahn zwischen Edinburgh und den Kohlenwerken bei Dalkeit, etwa 2 Meilen lang, die aufserhalb Edinburg anfängt und einen Tunnel von 140 Ruthen lang passirt, und für welche auf gar keine Reisenden gerechnet war, befuhren, blofs zum Vergnügen, im Jahre 1834 253 200 Personen. Hier kommt also auf jeden Einwohner jährlich 1 Hin- und 1 Rückreise.

Die Eisenbahn zwischen Glasgow und Garnkirk, blofs für den Steinkohlentransport bestimmt, wurde im Jahre 1832 von 62 000 und im Jahre 1834 von 117 700 Reisenden befahren.

Zwischen Lyon, mit 150 000, und St. Etienne, mit 10 000 Einwohnern, wo ebenfalls auf gar keinen Personenverkehr gerechnet war, passirten vom 1. November 1833 bis 31. October 1834, 171 468, und vom 1. November 1834 bis 31. October 1835, 100 377 Reisenden, und dies, ungeachtet die Strafse 10, im Sommer ungemein kühle unterirdische Stellen hat, auch schon bedeutende Unglücksfälle vorgekommen sind, weil die Wagen, meistens von ihrem eigenen Gewichte getrieben, mit ungeheurer Schnelligkeit hinabrollen. Wäre die Bahn besser gebaut, bemerkt der Herr Verfasser, so würde die Zahl der Reisenden, gewifs 2 bis 3 mal so grofs sein.

Die über den Verkehr auf der Eisenbahn zwischen Brüssel und Mecheln hier folgenden Nachrichten sind aus derselben Quelle geschöpft, wie diejenigen, welche das gegenwärtige Journal im vorigen Hefte mitgetheilt hat, und stimmen deshalb auch genau damit überein. Der Herr Verfasser bemerkt noch, dafs im Durchschnitt die Frequenz auf dieser Eisenbahn an Sonntagen täglich 2796 und an Wochentagen täglich 1698 Personen betragen hat. Auf der Chaussée betrug früher die Frequenz jährlich etwa 75 000 Personen: auf der Eisenbahn wird sie zu mindestens 400 000 Personen jährlich anzuschlagen sein, so dafs auf jeden Einwohner der beiden Städte *jährlich 2 Hin- und 2 Rückfahrten kommen.*

Zwischen Nürnberg, von 38 000, und Fürth, von 13 000 Einwohnern, war die Zahl der Passanten durchschnittlich jeden Sonntag 1204, und jeden Wochentag 742, zusammen 45 327 in 53 Tagen, vom 8. Decbr. 1835 an. Rechnet man hiernach, obgleich im Sommer die Frequenz stärker sein wird, jährlich nur 300 000 Personen, so kommen im Durchschnitt auf jeden Einwohner *jährlich 3 Hin- und 3 Rückfahrten.*

Hieraus schließt der Herr Verfasser, daſs man *mindestens* werde annehmen dürfen, es komme *auf jeden Einwohner zweier durch eine Eisenbahn verbundener Städte jährlich 1 Hin- und 1 Rückfahrt auf der Bahn.*

[Dieser Satz möchte indessen doch immer nur für kürzere Bahnstrecken, die von einer *groſsen* Stadt ausgehen, gelten; und dann kommt es auch darauf an, ob nicht schon das Fuhrwerk auf der Chaussée *sehr* wohlfeil ist, wie z. B. zwischen Berlin und Potsdam, wo man schon so wohlfeil fährt, daſs die Fuhrkosten auf der Eisenbahn, wegen der groſsen Anlage-Kosten derselben, nicht *viel* geringer gestellt werden können, so daſs der Vorzug der Eisenbahn vor der Chaussée insbesondere nur mehr in der Schnelligkeit der Fahrt und in der gröſsern Bequemlichkeit derselben bestehen wird. D. H.]

Der Herr Verfasser bemerkt ferner noch, daſs die Frequenz auf einer Eisenbahn, der Erfahrung nach, keinesweges, nachdem die Neugier befriedigt worden, abnehme, indem, umgekehrt, die Gegner der Bahn, oder die, welche anfangs den Dampfwagen fürchteten, allmählig von ihren Vorurtheilen zurückkommen. Auf allen Bahnen habe die Zahl der Passanten stets zugenommen. Auf der Bahn von Brüssel nach Mecheln habe die Zahl der Passagiere, von 18 zu 18 Tagen, steigend: 29 577, 32 529, 38 148 und 46 399 betragen. Diese Bahn sei übrigens *nur* von Personen, und zwar vorzüglich zum Vergnügen und zur Erholung befahren worden, wovon der Beweis schon darin liege, daſs Sonntags die Frequenz viel stärker sei, als an Wochentagen. [Was bei *längerem* Gebrauche der Bahnen erfolgen werde, wenn sie erst abgängig werden und längere Unterbrechungen wegen Hauptreparaturen, oder auch wohl hie und da Unglücksfälle vorkommen, läſst sich nun freilich noch nicht voraussehen, da die ältesten Bahnen erst wenige Jahre zählen. Nur die Erfahrung allein kann es zeigen. D. H.]

Bedürfnifs einer Eisenbahn nach Zarskoe-Selo und Pawlowsk für die Einwohner von St. Petersburg. (Auszug.)

Wegen der niedrigen und sumpfigen Lage von St. Petersburg, am Ausflusse der Newa in den Finnischen Meerbusen; wegen der daher rührenden öfteren Überschwemmungen, und der Schwierigkeit, den Rinnsteinen Abzug zu geben; wegen des übeln Geruchs, den die Ausräumung der unterirdischen Canäle im Sommer hervorbringt; wegen der Unreinigkeit der die Stadt durchschneidenden Schiffahrts-Canäle; wegen der unbeständigen Witterung, der Nebel und der Kürze des Sommers ist es in Petersburg, mehr wie in vielen andern grofsen Städten, für die Gesundheit und das Wohlsein der Bewohner ein besonderes, dringendes Bedürfnifs, den Sommer möglichst auf dem Lande zuzubringen.

Man nimmt jetzt meistens seine Zuflucht zu einem Aufenthalt auf den nahe gelegenen Inseln in der Newa, die, obgleich sie kaum 4 bis 10 F. über der Oberfläche des Wassers hervorragen, jeder bedeutenden Überschwemmung ausgesetzt und mit Nebeln bedeckt sind, und deshalb nur im Juni, Juli und August benutzt werden können, dennoch im Sommer dicht bewohnt sind. An höher liegenden, gesunden Orten, wie Strelna, Peterhof, Zarskoe-Selo und Pawlowsk ist jetzt der Aufenthalt wegen der Entfernung für Viele gar zu kostbar, und für Geschäftsleute unbenutzbar. Familien, mit Kindern, können dort nicht wohnen, weil der Unterricht, der in Petersburg theuer ist, und 2 bis 4 Rthlr. für die Stunde kostet, gar zu kostbar wird, indem dem Lehrer die Reise bis 5 Stunden Zeit wegnimmt. Die Chausséen nach den entfernten Orten sind aufserdem im Sommer in Staubwolken gehüllt, und es gewährt also die Fahrt auf denselben keine Erholung.

So sind jetzt den Meisten die schöne und gesunde Lage von Zarskoe-Selo und die schönen Kaiserlichen Gärten in Pawlowsk fast unbenutzbar. Die Fahrt von beinahe 4 Meilen, auf der bergigen Strafse, erfordert $2\frac{1}{2}$ bis 3 Stunden Zeit, und ein dreispänniger Wagen für 2 Personen kostet auf den Tag 8 bis 10 Rthlr.; dort angelangt, findet man kaum ein Gasthaus zum Unterkommen.

Die Eisenbahn wird nun diese Orte *benutzbar* machen, und sie der Stadt Petersburg gleichsam so nahe rücken, als es jetzt die ungesunden Newa-Inseln sind. Anstatt für 5, 7 und mehrere Thaler in eigenen

Wagen, und für 2 Rthlr. in den Diligencen, und anstatt in 2 bis 3 Stunden Zeit, wird man auf der Eisenbahn, fast ohne Staub, für den dritten Theil der Kosten und in 35 bis 40 Minuten, von Petersburg nach Zarskoe-Selo gelangen und die dortige gesunde Luft genieſsen können. Zarskoe-Selo liegt über 200 F., Pawlowsk mehr denn 100 F. hoch über der Newa. Die Witterung ist dort besser, die Nebel sind seltener, und man kann an diesen Orten bis Ende October, und selbst bis Mitte November verweilen.

Viele werden dort sich ansiedeln, so wie längs der Straſse selbst; denn sie werden nun ohne unerschwingliche Kosten dort *wohnen* können. Geschäftsleute, die bis 3 oder 4 Uhr in der Residenz bleiben müssen, werden noch des Abends nach dem ländlichen Aufenthalte gelangen, oder Spazierfahrten dahin machen können. Familien werden ihren Kindern den nöthigen Unterricht verschaffen können; denn die Überkunft wird auf der Eisenbahn bis Zarskoe-Selo und Pawlowsk nicht mehr Zeit und Geld kosten, als nach den jetzigen, nahe gelegenen, ungesunden Aufenthalts-Orten an der Newa. Selbst Diejenigen, welche jetzt in der Stadt, im Newsky-Prospect und an dem Flusse spazieren gehen, werden es in Zarskoe-Selo und Pawlowsk thun können, weil sie sich in wenigen Minuten dorthin zu versetzen vermögen. Auch im Winter noch wird man dorthin Ausflüge machen. Der beabsichtigte, gut eingerichtete Eisenbahn-Gasthof wird den Ankömmlingen eine erwünschte Aufnahme darbieten.

Unter den beschriebenen örtlichen Verhältnissen ist also die Eisenbahn nach Zarskoe-Selo und Pawlowsk für die Gesundheit der Bewohner von Petersburg ein wahres *Bedürfniſs*, und für ihr Wohlsein ein sehr bedeutendes Beförderungsmittel.

Wahrscheinlicher Verkehr auf der Eisenbahn von St. Petersburg nach Zarskoe-Selo und Pawlowsk. Bruttorevenue der Unternehmung. (Auszug.)

St. Petersburg wurde im Jahre 1703 gegründet. Es hatte im Jahre 1725, 75000 Einwohner; im Jahre 1775, 185000; im Jahre 1825, 433000, und im Jahre 1835, 450000 Einwohner. Es frägt sich, wie viele von diesen die Eisenbahn befahren werden.

Es sind auf Anordnung der Behörden an 5 Puncten der Moskauer Chaussée die dieselben befahrenden Wagen und Pferde in den verschiedenen Monaten des Jahres 1834 gezählt worden. Es hat sich folgende Frequenz ergeben:

	Bei Srednaja-Rogatka, bei der Caserne No. 2.		Beim Eingange in Nowgorod, bei der Caserne No. 28.	
	Wagen.	Pferde.	Wagen.	Pferde.
Reisewagen	20285	71698	2793	12261
Kaleschen, Britschken etc. .	65359	162285	4836	15637
Fourgons	10557	35816	436	1559
Postwagen oder Postschlitten .	23879	12261	7749	18056
Zusammen . .	120080	282060	15814	47513

Der Herr Verfasser bringt nur die 85644 Wagen und Kaleschen, welche bei Srednaja-Rogatka passiren, in Rechnung, zieht davon für zwei abgehende Chausséen die Zahl von 7629 Wagen und Kaleschen, welche bei Nowgorod passiren, zweimal ab, und erhält so 70 386 Wagen, mit 178 187 Pferden, für die Passage nach Zarskoe-Selo und Pawlowsk. Er rechnet auf jedes Pferd nur eine Person, und findet also 178 187 Personen für die jährliche Frequenz, welche scheinbar große Zahl sich auch daraus erklärt, daſs in Zarskoe-Selo und Pawlowsk 5 Regimenter, mit 300 Officieren, stationirt sind, worunter 2 Muster-Regimenter, deren Officiere alle 1 oder 2 Jahre wechseln. Die Frequenz ist, der Zählung zufolge, im Sommer und im Winter bei Nowgorod fast gleich stark; dagegen nach Zarskoe-Selo und Pawlowsk, als nach Vergnügungs-Orten, im Sommer stärker als im Winter.

Die *gegenwärtige* Frequenz giebt aber unter den oben beschriebenen Umständen keinen directen Maaſsstab ab; denn die Eisenbahn wird nicht mehr bloſs das jetzige Bedürfniſs befriedigen, sondern insbesondere das Vergnügen und Wohlsein der Bewohner der Residenz befördern.

Die Gasthäuser am Ende der Bahn sollen gröſser und schöner eingerichtet werden, als die Gasthöfe der Residenz. Es sollen zwei besondere Höfe gebaut werden, für die unteren, und für die oberen Classen, und sie sollen 1000 und mehr Menschen fassen können. Es sollen Wirthstafeln daselbst eröffnet werden, für Diejenigen, welche nur einige Stunden in Zarskoe-Selo sich erholen und ihr Mittagsmahl daselbst einnehmen wollen. Es sollen Säle für Bälle und Concerte vorhanden sein. Die Gebäude sollen, nach der landesüblichen Bauart, auf steinernen Fundamenten, von Holz er-

baut und so ebenfalls schon am 1. October 1836 vollendet werden. In der Nähe der Gasthöfe sollen Ringel-Spiele, im Winter Eisberge u. s. w. errichtet werden. Der schöne Park von Pawlowsk, den Sr. Kaiserliche Hoheit der Grofsfürst Michael Pawlowitsch auf 350 Ruthen Länge zu durchschneiden gestattet hat, wird dazu und zu einem Tivoli oder Vauxhall treffliche Gelegenheit darbieten. In dem Überschlage sind zu diesen Einrichtungen 58 000 Rthlr. ausgesetzt.

So, zur Beförderung des Vergnügens der Bewohner der Residenz eingerichtet, würde man, nach dem, was die Erfahrung bei andern grofsen Städten ergeben hat, wohl rechnen können, dafs auf jeden der 460 000 Einwohner von Petersburg, Zarskoe-Selo und Pawlowsk im Durchschnitte jährlich wenigstens eine Hin- und eine Rückfahrt kommen werden, und dafs also 920 000 Personen die Eisenbahn passiren werden. Der Herr Verfasser zieht aber von der Einwohnerzahl 160 000 Soldaten und Bauern ab, und rechnet nur auf den Ertrag von 300 000 Passagieren hin, und auf eben so viele zurück, und zwar wie folgt:

	Für die Hin- und die Rückfahrt.	Thut an Ertrag.
In den elegantesten Wagen:		
15 000 Menschen nach Zarskoe-Selo, zu 1 Rthlr.	13¾ Sgr.	21 875 Rthlr.
15 000 Menschen nach Pawlowsk . - 1 -	22½ -	26 250 -
In den Diligencen:		
60 000 Menschen nach Zarskoe-Selo, zu 1 -	1½ -	63 000 -
60 000 Menschen nach Pawlowsk . - 1 -	6¾ -	73 500 -
In den ordinairen Wagen:		
75 000 Menschen nach Zarskoe-Selo, zu - -	13⅓ -	33 333⅓ -
75 000 Menschen nach Pawlowsk . - - -	16⅔ -	41 666⅔ -
Zusammen 300 000 Menschen, welche zahlen . .		259 625 Rthlr.

Im Durchschnitt der *beiden ersten* Arten Wagen betragen die Fahrkosten für die Hin- und Rückreise einer Person 1 Rthlr. 6 Sgr. 11 Pf., und im Durchschnitt *aller drei* Arten von Wagen 25 Sgr. 11 Pf.

Aufser dieser Einnahme werden sich aber noch andere ergeben. Die Gasthöfe werden etwa 8 750 Rthlr. (30 000 Rubel) Pacht bezahlen können, was, auf 300 000 Menschen vertheilt, nur etwa 10 Spf. für jeden beträgt.

Sodann werden nicht unbedeutende Frachttransporte auf der Eisenbahn Statt finden, namentlich an Proviant und sonstigen Bedürfnissen für die

5 Regimenter Truppen und ihre Officiere, und Fahrten für den Hof und für die Einwohner von Zarskoe-Selo und Pawlowsk, die Vieles von ihrem Bedarf in der Residenz zu kaufen pflegen. Diese Frachten haben bisher etwa 190 000 Ctr. jährlich und etwa 11 000 Ctr. Salz betragen, und die Frachtkosten 43 bis 58 000 Rthlr. Der Herr Verfasser rechnet dafür nur 23 225 Rthlr.

Zusammen also dürfte die Brutto-Einnahme auf der Eisenbahn jährlich betragen:

An Fahrkosten von 300 000 Menschen	259 625 Rthlr.
An Pacht von den Gasthöfen	8 750 —
An Frachtfuhrlohn	24 225 —
Summa	291 600 Rthlr.
	(1 Million Rubel.)

Verhältniſs der Brutto-Einnahme zur Netto-Revenue auf Eisenbahnen im Auslande. (Auszug.)

Der Herr Verfasser macht zuerst darauf aufmerksam, daſs bei den meisten Eisenbahnprojecten die Transportkosten und die andern Ausgaben gewöhnlich zu gering angeschlagen werden. Man solle ja nicht wie folgt schlieſsen: da ein Pferd auf einer horizontalen Eisenbahn 12 bis 15 mal so viel Last fortzieht, als auf einer gewöhnlichen Straſse, so werden auch die Transportkosten in eben dem Verhältniſs geringer sein, und das reine Einkommen wird also hienach wenigstens drei Viertheile der Brutto-Einnahme betragen. [Der Grund davon, daſs es nicht so ist, liegt hauptsächlich darin, daſs die Zugkraft nur auf *horizontalen* Bahnen *sehr* viel geringer ist, als auf Chausséen, keinesweges aber auf Bahnen, die, wie es fast immer der Fall ist, Gefälle haben, wären dieselben auch nur sehr gering. Sodann aber darin, daſs die Erhaltungskosten, eben wie die zu verzinsenden Baukosten, von Eisenbahnen bei weitem höher sind, als von Chausséen. Der Vorzug der Eisenbahnen vor Chausséen besteht *mehr* darin, daſs sich darauf Passagiere, und wenn man will auch Frachten, durch Dampfwagen mit einer Geschwindigkeit fortschaffen lassen, die auf Chausséen nicht erreichbar ist; was denn aber meistens nicht *viel* weniger *Geld* kostet, als die langsamere Fahrt, so daſs die Ersparung mehr in *Zeit* als in *Geld* besteht. Allerdings kann eine Eisenbahn, auch wenn sie mit Pfer-

den befahren wird, noch Ersparungen und Erleichterungen des Transports gewähren, die *bedeutend* sind; aber man darf nicht schliefsen, dafs diese Ersparungen zu den gewöhnlichen Kosten in eben dem Verhältnisse stehen werden, wie die Ersparung an Zugkraft auf *horizontalen* Bahnen zu der Zugkraft auf Chausséen. D. H.]

Anstatt nun ungewisse Berechnungen der Kosten der Transportkraft auf Eisenbahnen im Einzelnen anzustellen, begründet der Hr. Verfasser, seinen Grundsätzen getreu, die ferneren Resultate auf *Erfahrungen im Grofsen,* und zwar an den drei Eisenbahnen von Liverpool, Lyon und Budweis, welche detaillirte Ausgabe-Rechnungen ablegen. Er theilt folgende Original-Angaben mit, bei welchen die Ausgaben in 4 Theile getheilt sind, nämlich:

A. Transportkosten.
B. Erhaltungskosten des Bauwerks.
C. Verwaltungskosten.
D. Überschüsse der Einnahmen über die Ausgaben.

Von dem Betrage jedes Theiles dieser Ausgaben ist das Verhältnifs zu der Brutto-Einnahme in Procenten beigefügt.

I. *Eisenbahn zwischen Manchester und Liverpool.*

A. Transportkosten.	Im Jahre 1832. Rthlr.	Sgr.	Im Jahre 1833. Rthlr.	Sgr.	Im Jahre 1834. Rthlr.	Sgr.	Im Jahre 1835. Rthlr.	Sgr.	Zusammen. Rthlr.	Sgr.	Procente der Brutto-Einnahme.
1. Ausgaben beim Passagierwesen	60 994	28	86 492	28	103 218	9	122 565	20	373 271	25	
2. Beim Waarenverkehr .	99 958	22	114 717	18	119 230	19	124 988	5	458 895	4	
3. Kosten der Kutschen .	8 747	10	8 751	3	9 029	10	9 216	—	35 743	23	
4. Kosten der Frachtwagen	13 143	24	17 410	19	30 212	15	37 499	4	98 266	2	
5. Fuhrlohn für Materialien	27 767	15	38 225	23	42 507	16	51 765	3	160 265	27	
6. Kosten der Bewegkraft	154 861	28	191 208	8	226 710	4	214 292	18	787 072	28	
7. Rechnung des Maschinisten	6 469	20	5 073	17	4 700	—	4 700	—	20 943	7	39,6
8. Auslagen für Steinkohlen	357	7	1 352	8	1 767	17	2 745	23	6 222	25	
9. Ausgaben für stehende Dampfmaschinen u. Tunnels	12 697	24	14 449	23	13 085	21	15 624	20	55 857	28	
B. Erhaltungskosten des Bauwerks.											
10. Erhaltungskosten der Eisenbahn	94 728	7	87 601	9	115 428	22	91 022	3	388 780	11	
11. Ausbesserung d. Mauern und Einfriedigungen			6 409	5	9 043	17	9 491	8	24 943	10	8,2

C. Verwaltungskosten.	Im Jahre 1832. Rthlr.	Sgr.	Im Jahre 1833. Rthlr.	Sgr.	Im Jahre 1834. Rthlr.	Sgr.	Im Jahre 1835. Rthlr.	Sgr.	Zusammen. Rthlr.	Sgr.	Procente der Brutto-Einnahme.
12. Kosten der Direction	4025	—	3766	—	3941	—	3878	—	15610	—	
13. Rabatte beim Transport von Reisenden und Waaren . . .	5005	18	9585	—	6250	14	23365	17	44206	19	
14. Bureaukosten . . .	10258	11	9781	1	11761	4	12128	16	43928	2	
15. Polizeikosten . . .	15062	3	13150	21	13667	14	15398	22	57279	—	7,0
16. Gerichtskosten . .	787	27	2001	8	1333	10	3000	—	7122	14	
17. Miethszinse . . .	20575	18	8035	13	3982	9	2897	8	35490	19	
18. Taxen und Armensteuern	30624	9	35337	6	30057	23	36758	3	132777	21	
19. Schlechte Schulden .	3170	16	3675	6	2451	18	3864	22	13163	1	
20. Verschiedene kleine Ausgaben	941	—	1259	11	778	10	634	13	3613	4	
D. Überschüsse.											
21. Zinsen für Anleihen	70150	5	70052	21	81812	24	106230	22	328246	12	45,2
22. Dividende für 5312500 Thaler Anlage-Capital . .	397064	27	493703	4	500254	9	557473	16	1948495	20	
Summe der Brutto-Einnahme . .	1037392	29	1222040	3	1331224	24	1449539	25	5040197	21	100

Man sieht aus dieser Tabelle auch, dafs die meisten Posten mit dem Verkehr zugleich zunehmen. Die Miethszinsen z. B. nahmen dagegen ab, weil Anfangs mehrere Locale gemiethet waren, die hernach eigens erbaut wurden.

II. *Eisenbahn zwischen Lyon und St. Etienne.*

A. Transportkosten.	Im Jahre 1834. Rthlr.	Sgr.	Im Jahre 1835. Rthlr.	Sgr.	Zusammen. Rthlr.	Sgr.	Procente der Brutto-Einnahme.
1. Bewegkraft	159355	17	225386	22	384742	9	
2. Zugkraft für den Personentransport .	41382	24	35484	23	76867	17	
3. Erhaltungskosten des Materials . .	22350	11	79572	17	101922	28	48,0
4. Desgleichen der Personenwagen . .	3670	9	2735	2	6405	11	
5. Den Conducteurs	2771	13	2529	11	5300	24	
6. Für Omnibus von Lyon	4854	4	2679	14	7533	18	
B. Erhaltungskosten des Bauwerks.							
7. Erhaltungskosten der Bahn	50173	15	97475	6	147648	21	12,5
8. Desgl der Brücke de la Mulatière .	1254	7	3217	20	4471	27	

C. *Verwaltungskosten.*	Im Jahre 1834. Rthlr.	Sgr.	Im Jahre 1835. Rthlr.	Sgr.	Zusammen. Rthlr.	Sgr.	Procente der Brutto-Einnahme.
9. Allgemeine Administrationskosten . .	24906	4	22970	22	47876	26	
10. Bei dem Personentransport	2539	19	2760	—	5299	19	
11. Verschiedene Auslagen	1623	9	3610	12	5233	21	7,5
12. Desgl. bei dem Personentransport .	1297	23	1465	5	2762	28	
13. Indirecte Auflagen	14290	9	13205	4	27495	13	
14. Zinsen, Disconto, Miethe	797	5	1545	15	2342	20	
D. *Ueberschüsse.*							
15. Netto-Gewinn der Actionaire. . .	196634	29	191933	23	388568	22	32,0
Summa	527901	16	686571	17	1214473	3	100

III. *Eisenbahn zwischen Budweis und Linz.*

A. *Transportkosten.*	Vom 1. März bis 31. Decbr. 1833. Rthlr.	Sgr.	Im Jahre 1834. Rthlr.	Sgr.	Im Jahre 1835. Rthlr.	Sgr.	Zusammen. Rthlr.	Sgr.	Procente der Brutto-Einnahme.
1. Zahlung an den Transportpächter für den Transport von Salz, Waaren etc. . . .	30802	23	40517	7	52315	6	123634	6	
2. Für das Auf- und Abladen der Güter	1591	9	2134	14	2196	13	5922	6	
3. Schreibgelder der Spediteurs etc.	1131	24	1337	27	1759	12	4229	3	
4. Beleuchtung, Mauth und Manipulationskosten . . .	545	16	489	18	801	20	1836	24	47,8
5. Kosten bei dem Personen-Transport	1523	2	2232	1	3197	21	6952	24	
6. Erhaltungskosten der Eisenbahnwagen			1523	2	2232	1	3197	21	
7. Anschaffung von Rädern, Achsen, Lagern etc. für dieselben			683	7	1956	9	2639	16	

B. Erhaltungskosten des Bauwerks.	Vom 1. März bis 31. Decbr. 1833. Rthlr.	Sgr.	Im Jahre 1834. Rthlr.	Sgr.	Im Jahre 1835. Rthlr.	Sgr.	Zusammen. Rthlr.	Sgr.	Procente der Brutto-Einnahme.
8. Lohn der Strafsenwärter und Wächter	4475	23	5473	28	5460	8	15409	29	
9. Erhaltung der Gräben, Dämme und Böschungen	793	18	780	21	997	14	2571	23	
10. Reparatur der Brücken, Canäle, Futter- und Geländermauern	958	9	819	19	659	11	2437	9	
11. Reparaturen an der Holzbahn, und Ankauf neuer Hölzer etc.	1247	17	2711	7	8184	2	12142	26	
12. Reparaturen an der Schienenbahn, Kosten der eisernen Nägel	1080	—	1772	1	2073	—	4925	1	13,2
13. Unterlagen und Bekiesung der Bahn	471	28	590	17	403	28	1466	13	
14. Reparaturen an Gebäuden, Assecuranzen etc.	270	27	750	17	539	4	1560	18	
15. Kosten der Wegräumung des Schnees	36	26	371	23	453	19	862	8	
C. Verwaltungskosten.									
16. Besoldungen	4495	10	4022	20	3655	23	12173	28	
17. Verschiedene Kosten, Pauschzahlungen, Briefporto, Miethe, Druckkosten etc.	1461	29	1707	20	1795	2	5024	21	
18. Verschiedene Kosten von Grund und Boden, von Steuern, Taxen	482	17	. . . .		209	20	692	7	6,1
19. Aufserordentliche Ausgaben	274	3	205	9	576	4	1055	16	
D. Ueberschüsse.									
20. Kosten neuer, stärkerer Schienen	2602	15	3565	17	1474	19	7642	21	
21. Kosten neuer Baue und neuer Wege	1444	17	3822	7	6370	13	11637	7	32,9
22. Baarer Gewinn der Unternehmer	22440	—	26744	23	34323	5	83507	28	
Summa	78130	15	102439	8	131731	14	312301	7	100

Der Herr Verfasser giebt, ehe er die Resultate der vorigen Tabellen näher erwägt, folgende

Zusammenstellung des Verkehrs von Passagieren und Gütern auf den Eisenbahnen von Liverpool, Lyon und Budweis.

Im Jahre 1834.	Bahn von Liverpool.	Bahn von Lyon.	Bahn von Budweis.
Passagiere . . .	*458 153*	*171 468*	*2 379*
Waaren	4 003 629 Ctr.	6 419 987 Ctr.	151 729 Ctr.
Steinkohlen . .	1 904 298 -		- - - -
Salz			288 739 -
Holz			57 671 -
Zusammen . .	5 907 927 Ctr.	6 419 987 Ctr.	498 139 Ctr.
Im Jahre 1835.			
Passagiere . . .	*503 928*	*190 377*	*3 887*
Waaren	4 253 122 Ctr.	8 404 972 Ctr.	190 295 Ctr.
Steinkohlen . .	2 072 960 -		- - - -
Salz			313 120 -
Holz			45 167 -
Zusammen . .	6 326 082 Ctr.	8 404 972 Ctr.	548 582 Ctr.

Aus diesen Tabellen folgt, wie der Herr Verfasser berechnet, dafs sich der Personenverkehr auf den Bahnen von Liverpool, Lyon und Budweis im Durchschnitt wie die Zahlen 154,58 und 1 verhält; der Güterverkehr im Durchschnitt wie die Zahlen 12,14 und 1.

Ferner ist über die drei Bahnen Folgendes zu bemerken.

Die Liverpooler Bahn hat in dem Tunnel unter der Stadt Liverpool auf 478 Ruthen lang einen Abhang von 1 auf 48, auf welchen die Wagen durch stehende Dampfmaschinen mittelst Seile hinaufgezogen werden. Sodann folgt eine Strecke von 641 Ruthen lang mit einem Steigen von 1 auf 96, und weiterhin noch eine ähnliche Strecke mit gleichem Steigen. In der übrigen Linie betragen die Abhänge nicht über 1 auf 880. Die Halbmesser der Krümmen sind nicht kleiner als 528 Ruthen.

Die Lyoner Bahn hat durchweg starke Gefälle, und auf 5104 Ruthen lang einen Abhang von 1 auf 74, wo also die Wagen gebremset werden müssen, und schon viele Unglücksfälle vorgekommen sind. Der kleinste Halbmesser der Krümmen beträgt nur 26 Ruthen.

Auf der Budweisser Bahn wird auf $8\frac{1}{4}$ Meile lang, so weit sie von Herrn von Gerstner erbaut ist, nirgends eine erstiegene Höhe verloren. Das Maximum der Steigung ist 1 auf 120, und der kleinste Krümmungshalbmesser hat 50 Ruthen Länge. Weiterhin aber geht die Bahn auf und nieder, und auf 2400 Ruthen lang hat sie die bedeutende Steigung von 1 auf 46, auch an mehreren Orten Krümmungs-Halbmesser von nur $7\frac{1}{2}$ Ruthen lang. Die Folge davon ist gewesen, dafs die Fracht auf die gesammte Länge bis Linz, von nur 17 Meilen, 5 mal so viel kostet, als auf die ersten $8\frac{1}{4}$ Meilen. Auf die letztern wird für den Centner hin etwa 4 Sgr. und zurück 8 Sgr., hingegen auf die ganze Länge von Budweis nach Linz 22,56, und von Linz nach Budweis 41,04 Sgr. bezahlt. Man sieht daraus wieder, wieviel auf eine richtige Tracirung und Anordnung der Bahn ankommt.

Die Bahnen von Liverpool und Lyon haben steinerne Brücken und massive, gewalzte Schienen; die Budweiser Bahn hat nur Schienen von 2 Zoll breit und $\frac{1}{2}$ Zoll dick, welche von hölzernen Balken getragen werden.

Die *Transportkosten* betragen auf der Liverpooler Bahn nur etwa 40 Procent der Brutto-Einnahme, auf der Lyoner und Budweisser Bahn dagegen 48 Procent. Da nun auf der Lyoner Bahn die Lasten meistens von selbst hinabrollen, während die Budweisser Bahn ein Gebirge zu übersteigen hat, dessen Gipfel an 1000 Fufs hoch über dem einen, und an 1500 Fufs hoch über dem andern Endpuncte liegt: so zeigt sich die üble Anordnung der Lyoner Bahn auch aus den hohen Transportkosten auf derselben. Der Unterschied von 8 Procent zwischen der Liverpooler und der Budweisser Bahn rührt, aufser von dem zu übersteigenden Gebirge, davon her, dafs letztere Bahn schwächere Schienen hat, *auf welchen ein Pferd weit weniger zieht, als auf massiven Schienen.* [Ein Grund mehr gegen die hölzernen, plattirten Schienen, die, auf die Erhaltungskosten gesehen, auch meistens *theurer* sind, als die massiven. D. H.] In Summa schliefst der Herr Verfasser, dafs die zu der Brutto-Einnahme offenbar in einem constanten Verhältnifs stehenden

Transportkosten auf 40 Procent der Brutto-Einnahme im Durchschnitt anzuschlagen sein dürften. [Wenn nemlich die Transportkraft an sich selbst, z. B. die Steinkohlen, oder das Pferdefutter, an dem einen Orte theurer sind, als an dem andern: so müssen natürlich auch die Transport*preise* im Verhältnifs erhöht werden, so dafs wohl allerdings auf ein eini-

germaſsen *constantes* Verhältniſs der Transportkraft zur Brutto-Einnahme dürfte gerechnet werden können. D. H.]

Die *Erhaltungskosten* der Bauwerke betragen bei den drei Bahnen resp. $8\frac{1}{5}$, $12\frac{1}{2}$ und $13\frac{1}{5}$ Procent der Brutto-Einnahme. Daſs die Erhaltungs-Kosten bei der Budweisser Bahn bedeutend höher sind, rührt von den hölzernen, nur plattirten Schienen her. Der Herr Verfasser sagt, daſs, wenn man massive Schienen genommen hätte, die Erhaltungskosten nur $9\frac{2}{5}$ Procent der Brutto-Einnahme betragen haben würden. [Diese Verminderung entspricht einem Capitale, welches bedeutend höher ist, als das, was die hölzernen Schienen bei der ersten Anlage gegen die massiven weniger kosten. D. H.]

Es ist indessen angemessener, die Erhaltungskosten, statt mit der Brutto-Einnahme, mit dem Anlage-Capitale zu vergleichen. Dasselbe beträgt:

bei der Liverpooler Bahn	7 967 708 Rthlr.
bei der Lyoner Bahn	3 935 861 —
bei der Budweisser Bahn	1 102 881 —

Hiemit die obigen Angaben der Erhaltungskosten verglichen, ergiebt sich, daſs diese Kosten bei den drei Bahnen resp. 1,3; 1,9 und 1,3 Procent ausmachen. Bei der Budweisser Bahn würden sie sogar, wenn man massive Schienen genommen hätte, nur 0,94 Procent betragen. Auf der Budweisser Bahn giebt es 122 gemauerte und gewölbte Canäle, von 6 bis 24 F. weit, 75 hölzerne Brücken mit gemauerten Widerlagen von 6 bis 50 F. hoch und 12 bis 70 F. Spannung, eine hölzerne Brücke durch den Krumauer Teich von 1200 F. lang, und eine 120 Fuſs lange Brücke über den Malsch-Fluſs; ferner noch 157 kleine Brücken und Canäle; in der Verlängerung bis Linz kommen ebenfalls einige 100 Brücken vor. Und die Erhaltung aller dieser Brücken kostete in 34 Monaten nur 2437 Rthlr. 9 Sgr., oder jährlich 855 Rthlr 6 Sgr. [Allerdings erfordern Brücken in Eisenbahnen, besonders hölzerne, weniger Erhaltungskosten als in Chausséen, weil der *Belag* der Brücken nicht zerfahren wird. Aber den eigentlichen Maaſsstab für die Erhaltungskosten der Brücken giebt wohl erst eine *längere* Zeit, in welche Hauptreparaturen und Erneuerungsbaue fallen. D. H.] Die Erhaltungskosten der Eisenbahnen sind also in der That unerwartet geringe, und der Herr Verfasser meint, daſs nach jenen Erfahrungen für eine gehörig gebaute Eisenbahn sammt allen Gebäuden

die jährlichen Erhaltungskosten auf $1\frac{1}{2}$ Procent des Anlage-Capitals

anzuschlagen sein dürften. [Es dürfte aber doch wohl erst eine längere Zeit, in welche auch Erneuerungen der Schienen etc. fallen, den Mafsstab ergeben. D. H.]

Die Verwaltungskosten betragen bei den *drei* Bahnen resp. 7, $7\frac{1}{2}$ und 6 Procent der Brutto-Einnahme. Da bei der Liverpooler Bahn unter den Verwaltungskosten bedeutende Steuern und Taxen einbegriffen sind, so nimmt der Herr Verfasser an, dafs bei einer Eisenbahn die nothwendig einen aliquoten Theil der Brutto-Einnahme ausmachenden

Verwaltungskosten auf 6 Procent der Brutto-Einnahme

angeschlagen werden können.

Zieht man die Kosten der Transporte, der Erhaltung und der Verwaltung von der Brutto-Einnahme ab, so ergiebt sich für den *reinen Gewinn* bei den drei Bahnen resp. $45\frac{1}{3}$, 32 und 33 Procent der Brutto-Einnahme. Bei der Budweisser Bahn würde, sagt der Herr Verfasser, die reine Revenue, *wenn man massive statt hölzerner Schienen gelegt hätte, 37 Procent betragen haben.* Die geringe Revenue der Lyoner Bahn rührt von ihrer mangelhaften Anordnung her.

Die Dividende beträgt bei der Liverpooler Bahn deshalb bis $9\frac{1}{2}$ Procent, weil ungefähr der dritte Theil des Anlage-Capitals *geliehen* ist, und nur mit $3\frac{3}{4}$ Procent verzinset wird. Müfste der reine Gewinn auf das *ganze* Anlage-Capital vertheilt werden, so würde die Dividende nur etwa 7 Procent betragen. Die Darlehen werden nicht abgetragen, sondern bleiben als fortwährende Schuld stehen. [Dieses kann nur allenfalls für die Gläubiger, nie aber für die Schuldner gut sein. Um ein Capital in 50 Jahren zu amortisiren, ist eine Erhöhung der Zinsen von nur etwa $\frac{2}{3}$ Procent nöthig; und es ist doch offenbar, zumal für eine Gesellschaft, die nicht stirbt, besser, 50 Jahre lang z. B. $5\frac{2}{3}$ statt 5 Procent Zinsen zu zahlen, um nach 50 Jahren *gar keine* Zinsen weiter zu entrichten zu haben, als 5 Procent für *immer* zu übernehmen. Die Nicht-Amortisation eines Capitals kann nur entweder von den Gläubigern geboten sein, oder sie beruht, wenn sie von den Schuldnern beschlossen wird, auf das falsche und unwürdig zu nennende Princip, nicht für die Nachkommen, sondern nur für sich allein sorgen zu wollen. D. H.]

Bei der Budweisser Bahn beträgt der reine Gewinn 5 Procent des Anlage-Capitals, von welchem ebenfalls mehr als die Hälfte, aber zu lästigen Bedingungen, geliehen worden ist. Da diese Bahn nur den 154sten

Theil des Personenverkehrs der Liverpooler Bahn hat, und doch gleichwohl 5 Procent Zinsen trägt, so giebt sie den Beweis, dafs auch in gebirgigen Gegenden Eisenbahnen, mit Sachkenntnifs und Thätigkeit angeordnet, möglich sind.

Vergleichung des Gewinnes von einer Eisenbahn aus der Beförderung von Reisenden, mit dem Gewinn aus dem Transport von Gütern. (Auszug.)

Auf der Liverpooler Bahn betrug in den 4 Jahren 1832, 3, 4, und 5:

	Für den Personen-Transport. Rthlr.	Sgr.	Für den Güter-Transport. Rthlr.	Sgr.
Die Brutto-Einnahme	2 755 864	3	2 284 333	18
Die Ausgaben betrugen nach der obigen Tabelle S. 126 für pos. 1. und 3. .	409 015	18	- - - - -	
Für pos. 2., 4. und 5.			717 427	3
Für pos. 13.	4 372	29	39 833	20
Werden die übrigen Ausgaben von 1 592 806 Rthlr. 8 Sgr. nach Verhältnifs der Brutto-Einnahme vertheilt, so erhält man	870 909	19	721 896	19
Summe der Ausgabe . . .	1 284 298	6	1 479 157	12
Es ergiebt sich also an Nettorevenue .	1 471 565	27	805 176	6

oder 53,4 Procent der Brutto-Einnahme für den Personenverkehr, und 35,2 Procent der Brutto-Einnahme für den Güterverkehr.

Auf der *Lyoner* Eisenbahn läfst sich die Vertheilung nur für die Zeit vom 1. November 1834 bis 31. December 1835 machen, weil die Ausgaben im Jahre 1834 nicht genau nach dem Personen- und dem Güter-Transport geschieden sind. Es beträgt hier:

	Für den Personen-Transport. Rthlr.	Sgr.	Für den Güter-Transport. Rthlr.	Sgr.
Die Haupt-Brutto-Einnahme	131 296	5	515 381	14
Wird die übrige Brutto-Einnahme von 39 893 Rthlr. 28 Sgr. nach dem Verhältnisse der Haupt-Einnahme vertheilt, so erhält man	8 099	24	31 794	4
Gesammte Brutto-Einnahme . .	139 395	29	547 175	18

	Für den Personen-Transport. Rthlr.	Sgr.	Für den Güter-Transport. Rthlr.	Sgr.
Die Ausgaben betragen nach der Tabelle S. 127 pos. 2., 4., 5., 6., 10., 12. und 13.	60 858	29	- -	- -
pos. 1., 3., 9. und 11.			331 540	13
Werden die übrigen Ausgaben von 102 238 Rthlr. 12 Sgr. nach Verhältnifs der gesammten Brutto-Einnahme vertheilt, so ergiebt sich noch	20 757	20	81 480	22
Summe der Ausgaben . .	81 616	19	413 021	5
Es ergiebt sich also eine Netto-Einnahme von	57 779	10	134 154	13

oder 41,4 Procent der Brutto-Einnahme für den Personenverkehr, und 24,5 Procent der Brutto-Einnahme für den Güterverkehr.

Auf der Lyoner Bahn betrug also der Nettogewinn von Reisenden 12 Procent, und von Gütern 10,7 Procent weniger als auf der Liverpooler Bahn; welches, sagt der Herr Verfasser, von der weniger guten Bauart der Lyoner Bahn herrührt.

Die Zusammenstellung der obigen Resultate giebt Folgendes.

	Zahl der transportirten Personen.	Zahl der transportirten Centner Güter.	Nettorevenue von den Reisenden. Rthlr.	Sgr.	Nettorevenue von den Gütern. Rthlr.	Sgr.	Nettorevenue von einem Reisenden. Sgr.	Spf.	Nettorevenue von einem Centner Güter. Spf.	Verhältnifs der Nettorevenue von einem Reisenden zu demjenigen von 1 Ctr. Gütern.
Auf der Liverpooler Bahn 1832, 3, 4, 5	1705518	22188963	1471545	27	805176	3	25	10	12,6	24½ zu 1
Auf der Lyoner Bahn 1835	190377	8400731	57779	5	134154	14	9	1,44	5,44	20 zu 1
										Mittleres Verhältnifs. 22 zu 1.

Es wird also, nach diesen Erfahrungen im Grofsen, auf Eisenbahnen der *reine Gewinn von 1 Reisenden so grofs sein als von* **22** *Ctr. Gütern,* und zwar nicht sowohl von Gütern, die im Verhältnifs zu ihrem Gewichte geringen Werth haben, wie Steinkohlen, sondern überhaupt von allerhand Gütern; denn auf der Liverpooler Bahn bestand noch nicht ein Drittheil der gesammten Transportmasse aus Steinkohlen; die übrigen, mehr als zwei Drittheile aus Baumwolle, Twisten, Manufactur- und anderen Waaren.

Hieraus schliefst nun der Herr Verfasser, dafs Eisenbahnen besonders da gut rentiren werden, wo der Personenverkehr lebhaft ist, und

dafs da, wo nur Güter von geringem Werthe zu transportiren sind, deren Frachtkosten nicht viel betragen dürfen, schon ein sehr bedeutendes Frachtquantum nothwendig sei, um die Eisenbahn zu erhalten. In Nord-Amerika erkläre sich das Gedeihen der Eisenbahnen insbesondere daraus, dafs z. B. in Pensylvanien und New-York die Reiselust so grofs sei, dafs jede Familie von einigem Wohlstande mehrere Wochen des Jahres auf Reisen zubringe. [Hiebei ist offenbar eine Rückwirkung. Die Eisenbahnen *erzeugen* auch die Reiselust. Auch läfst sich hieran die Bemerkung fügen, dafs Eisenbahn-Unternehmer in vielen Fällen wohl thun werden, die Fahrpreise für Personen so gering *als nur möglich* zu stellen; denn wenn die Preise z. B. auf die Hälfte herabgesetzt werden, so ist meistens mit Sicherheit anzunehmen, dafs die Zahl der Passanten nicht etwa blofs auf das Doppelte, sondern *noch mehr* zunehmen, und dafs also der Gewinn, ungeachtet der Herabsetzung, steigen werde. D. H.]

Auf der Liverpooler Bahn würden, wenn kein Personen-Verkehr Statt gefunden hätte, an 3 mal so viel Güter haben transportirt worden sein müssen, um denselben Gewinn zu erzielen.

Aus dem Verhältnisse von 22 zu 1 schliefst der Herr Verfasser ferner, dafs die 300 000 Reisenden, auf welche man für die Eisenbahn bei Petersburg rechnet, etwa so viel eintragen werden, als $6\frac{3}{7}$ Millionen Ctr. Güter hin und eben so viel zurück.

Netto-Revenue auf der Eisenbahn zwischen St. Petersburg nach Zarskoe-Selo und Pawlowsk. (Auszug.)

Nach dem Verhältnisse der Netto- zur Brutto-Revenue auf der Liverpooler Bahn gerechnet, nemlich von 53,4 Procent bei Reisenden und 35,2 Procent bei Gütern, ergiebt sich aus der oben S. 125 gefundenen Brutto-Einnahme für die Petersburger Bahn folgende Netto-Revenue.

Von 300 000 Reisenden 259 565 Rthlr. Brutto-Einnahme, thut zu 53,4 Procent	138 608 Rthlr.
Von 23 283 Rthlr. Brutto-Einnahme für den Gütertransport, zu 35,2 Procent	8 197 —
Pacht für die Gasthöfe, nach Abzug von 6 Procent des Anlage-Capitals für Reparaturen, 8740 Rthlr.	5 248 —
Summa der jährlichen reinen Revenue . . .	152 053 Rthlr.

Bei der Liverpooler Bahn kommen bedeutende Ausgaben für stehende Dampfmaschinen und Tunnels, für Rabatte beim Transporte, für Steuern und Armentaxen, für schlechte Schulden etc. vor, die zusammen gegen 5 Procent der Brutto-Einnahme ausmachen. Dergleichen Ausgaben werden bei der Petersburger Bahn nicht Statt finden; dagegen wird die Wegschaffung des Schnees mehr kosten. Dieselbe wird auf die Weise geschehen, dafs vor dem Dampfwagen ein Apparat, nach Art einer Pflugschaar, angebracht wird, der den Schnee nach beiden Seiten hinausschiebt. Da ein Dampfwagen über 3000 Ctr. fortzieht, so wird, sagt der Herr Verfasser, derselbe ohne Zweifel auch die Kraft haben, den Schnee abzuräumen; auch wird auf dem hohen Damme der Schnee zum Theil schon vom Winde fortgeweht werden. Der Schnee sei, sagt der Herr Verfasser, in Rufsland nicht so bedeutend, als man glauben möchte; denn die Witterung sei dort eher trocken, als nafs. Nach sorgfältigen Beobachtungen habe die Höhe des gesammten, im Jahre 1833 gefallenen Regens, Hagels und Schnees, auf Wasser reducirt, nur 8,533 Zoll und im Jahre 1834 nur 12,035 Zoll betragen. Man könne also im Durchschnitt höchstens 12 Zoll annehmen. Die Höhe des Schnees allein betrage, auf Wasser reducirt, nur etwa 4 Zoll. Man finde den Schnee vor Abgang des Winters selten höher als etwa $1\frac{1}{2}$ F. gelagert, und wenn nun diese Schneemasse auch in einer Nacht fiele, würde der Dampfwagen den Schnee doch wohl fortzuschieben vermögen; wenn er auch stellenweise höher liege, so komme es doch immer nur auf den *Durchschnitt* der Höhe an. [Ob der Dampfwagen den Schnee fortzuschieben vermögen werde, mufs doch wohl erst die Erfahrung lehren; denn wenn gleich der Wagen 3000 Ctr. fortzieht, so geschieht dies doch nur auf der *Eisenbahn*, und der Dampfwagen braucht und besitzt dazu nur höchstens 15 Ctr. Zugkraft. Ob sich nun der Schnee vor dem Wagen, der sich immer mit bedeutender Geschwindigkeit fortbewegt, nicht so hoch aufhäufen werde, dafs der Wagen, auf den befrorenen Schienen sich bewegend, ihn nicht fortzuschaffen vermag, kann nur die Erfahrung ergeben. Ein Anderes ist es, wenn vor die Schnee-Pflugschaar Pferde gespannt werden. Diese werden ohne Zweifel den Schnee fortzuschaffen vermögen, weil man hier die Kraft nach Belieben verstärken und die Geschwindigkeit vermindern kann. D. H.]

Um inzwischen jedem Einwurfe zu begegnen, nimmt der Herr Verfasser an, der Schnee solle *blofs durch Menschen* fortgeschafft werden.

Ein Arbeiter solle den 17 Fuſs breiten Damm 9 Ruthen lang vom Schnee frei zu erhalten vermögen. Alsdann sind auf der Petersburger Bahn 800 Arbeiter nöthig. Ein Arbeiter bei der Schneeschaufelung werde auf der Moskauer Chaussée mit $4\frac{1}{2}$ bis $5\frac{1}{4}$ Sgr. bezahlt. Es sollen aber $8\frac{3}{4}$ Sgr. Tagelohn gerechnet werden. Im Jahre 1833 habe es 63 und 1834, 67 Schneetage gegeben. Nehme man im Durchschnitt 65 Schneetage an, so betrage dieses eine Ausgabe von 15 163 Rthlr. jährlich, für Schneeschaufelung, oder etwa 5 Procent der Brutto-Einnahme, folglich gerade so viel, als auf der Liverpooler Bahn die dortigen ungewöhnlichen, hier nicht vorkommenden Ausgaben. Es blieben also immer die obigen reinen Revenuen von 152 053 Rthlr., oder von 17,19 Procent des Anlage-Capitals.

Hiebei sei noch zu berücksichtigen, daſs die Liverpooler Bahn, nach deren Ergebnissen die Netto-Revenuen für die Petersburger Bahn berechnet worden, für den Transport viel weniger günstig sei als diese. Denn die Abhänge der Petersburger Bahn seien $10\frac{1}{2}$ mal geringer, als die in dem Tunnel bei Liverpool, und sie laufe 6798 Ruthen lang in einer einzigen, schnurgraden Linie fort, während die Liverpooler Bahn mehrere Krümmen habe. Da man jedoch meinen könnte, daſs in England solche Unternehmungen, aus vielen anderen Gründen, besser gedeihen, so solle auch noch nach den Ergebnissen bei der *Lyoner* Bahn der Netto-Ertrag berechnet werden. Dieses gebe Folgendes:

Von 300 000 Reisenden 259 565 Rthlr. Brutto-Einnahme, thut, zu 41,4 Procent, ...	107 460 Rthlr.
Von 23 283 Rthlr. Sgr. Brutto-Einnahme vom Gütertransport, zu 24,5 Procent, thut	5 705 —
Pacht für die Gasthöfe, wie oben	5 249 —
Thut an jährlichem reinen Einkommen	118 414 Rthlr.

oder 13,1 Procent des Anlage-Capitals. Bei der Lyoner Bahn sind unter den Ausgaben 3 Procent des Brutto-Ertrags für Omnibus mitbegriffen, welche hier nicht Statt finden, wodurch aber die Kosten der Schneewegschaffung hier gedeckt werden. Sollte auch der ganze *Reserve*-Fonds von 145 800 Rthlr., auf welchen bei dem Kosten-Überschlage, oben S. 112, gerechnet ist, noch aufgehen, so bleibe immer noch 11,6 Procent reiner Ertrag übrig.

Der Herr Verfasser sagt, er sei von diesem Resultate so fest überzeugt, daſs er sich erbieten würde, die Ausgaben bei der Bahn für 58 Pro-

cent der Brutto-Einnahme von Passagieren, und für 75 Procent derjenigen von Gütern, *in Pacht* zu übernehmen, und also zu einer Nettozahlung von 42 Procent für Reisende, und 25 Procent für Güter, sich zu verpflichten. Eine *Verpachtung* sei indessen bei dieser ersten Bahn in Rufsland nicht rathsam, weil es für das Publicum wichtig sei, über Einnahme und Ausgabe detaillirte Rechnung gelegt zu bekommen, und durch den ersten Versuch einen näheren Maafsstab für ähnliche weitere Unternehmungen zu erhalten.

Dafs übrigens wirklich wenigstens 300 000 Personen die Bahn hin und zurück befahren werden, sei, in Folge der Erfahrungen an andern Orten, gar nicht zu bezweifeln. Nehme aber die Zahl der Passanten noch zu, so werde der Ertrag *sehr* bedeutend sein.

Der Herr Verfasser berechnet nun auch noch, wieviel Personen die Bahn befahren müssen, wenn *blofs 5 Procent* des Anlage-Capitals aufkommen sollen. Der Ertrag von 5249 Rthlr. Pacht für die Gasthöfe sei gar nicht zu bezweifeln; eben so wenig der reine Gewinn von 5705 Rthlr. beim Transport von Gütern. Nun betrage die amtlich ermittelte Zahl der *jetzigen* Passanten jährlich 89 093. Befahren nun auch nur eben so viele Personen die Eisenbahn, und bezahlt jeder 13 Sgr. 2½ Pf. für die Hinfahrt, und eben so viel für die Rückfahrt, so ergebe sich daraus, zu 42 Procent des Brutto-Ertrages gerechnet, eine Netto-Revenue von 32 952 Rthlr., und aus den 3 Posten zusammen ein reiner Ertrag von 43 906 Rthlr., welcher 5 Procent des Anlage-Capitals ausmache. Es dürfen also auf der Eisenbahn nur eben so viele Personen fahren, wie jetzt auf der Chaussée, so ergebe sich schon ein Zinsfufs des Anlage-Capitals von 5 Procent. Dafs aber die Zahl der Passanten nicht gröfser sein sollte, lasse sich gar nicht erwarten, weil es völlig unwahrscheinlich sei, dafs Petersburg von allen den andern grofsen Städten, bei welchen Eisenbahnen gebaut worden sind, eine Ausnahme machen werde. [Bei Berlin würde diese letzte Rechnung nicht Stand halten, weil das Personenfuhrgeld schon auf der Chaussée *sehr* gering ist. D. H.]

Verhältnifs der Ingenieurs im Auslande bei der Unternehmung von Eisenbahnen, und des Herrn von Gerstner zu der Actiengesellschaft der Petersburger Bahn. (Wörtlich.)

„Ich will hier wieder zuerst das im Auslande beobachtete Verfahren „anführen. Bei allen von Akziengesellschaften in England unternommenen „Bauten von Kanälen, Eisenbahnen, Brücken etc. verfassen die Ingenieurs „die Pläne und Überschläge, die Direkzionen der Gesellschaften schliefsen „alle Kontrakte über Ankäufe und Arbeiten und leisten alle Zahlungen. „Die Ingenieurs führen die Aufsicht bei dem Baue, und sind für weiter „gar nichts verantwortlich. Es giebt wenig Bauten daselbst, wo nicht ei„nige sogenannte „mistakes" vorfallen, die dann immer die Gesellschaft „zahlen mufs. In England ist es bekannt, dafs bei dem Projekte der Ei„senbahn zwischen Manchester und Liverpool zuerst ein Fehler von 40 F. „im Nivellement gemacht wurde, und wie man diefs im Ausschusse des „Parlaments entdeckte, sämmtliche Pläne wieder neu bearbeitet werden „mufsten; es ist bekannt, dafs bei der Absteckung des Tunnels unterhalb „der Stadt Liverpool 7 Schächte abgesenkt wurden, deren Verbindung dann „eine gerade Linie bilden sollte, dafs man jedoch in Zeiten noch eine Ab„weichung der Mittellinie der Schächte von 13 Fufs entdeckte, und dafs „dann die ganze Arbeit von vorne angefangen werden mufste; es ist be„kannt, dafs die Eisenbahnbrücke bei Darlington, welche aus einem gro„fsen von Quadern aufgeführten Bogen bestand, plötzlich in einer Nacht „einen Faden tief herabsank, indem der Rost um eben so viel nachgab, — „und doch wurden diese Bauten gerade von den ersten Ingenieurs daselbst „ausgeführt. Jederman, welcher so wie ich die englischen Eisenbahnen zu „Fufse abging, und mehrere derselben in ihrer ganzen Länge nivellirte, wird „keinen solchen Bau gefunden haben, wo nicht mehrere sehr wesentliche „Fehler Statt hatten, die dann immer, und ohne Widerrede auf Kosten „der Akziengesellschaften verbessert wurden. In England sieht man solche „Fälle als natürliche Ereignisse bei jeder grofsen Unternehmung an, und „Niemand fordert dort von einem Ingenieur mehr, als dafs derselbe nach „seinem besten Wissen den Bau führe." — [Die Geschichte der Eisenbahn bei Liverpool lehrt, dafs die vom Herrn Verfasser gedachten ansehnlichen „mistakes" eigentlich ihren letzten Grund darin hatten, dafs *Nichttechniker* anfangs die Ingenieurs *wählten*. Als jene endlich durch ihren eigenen Scha-

den gezwungen wurden, *wirklich* tüchtige und erfahrene Ingenieurs herbeizurufen, hörten die Mistakes auf. D. H.]

„Die Ingenieurs erhalten entweder Tagegelder, und zwar die ersten „Ingenieurs täglich 66 Rthlr. 20 Sgr., und außerdem die Vergütung aller „Reisekosten, oder einen Jahrgehalt, der bei den bessern Ingenieurs wie „Stephenson bei dem Baue der Manchester Bahn, und Hartley bei dem „Baue der Docks in Liverpool, jährlich 10 000 Rthlr. betragen hat, und „wo noch *außerdem* alle Auslagen etc. bezahlt wurden; endlich haben „diese Ingenieurs immer noch die Freiheit, sich zu gleicher Zeit mit an„dern Bauten zu beschäftigen.

„Dasselbe Verhältniß findet bei den Unternehmungen in Frankreich „Statt; auch hier sind die Ingenieurs für die Beschädigungen an den Bau„ten, für die nachherigen Reparazionskosten und dergleichen nie verant„wortlich. In den Statuten der Lyoner Eisenbahn wird §. 13. gesagt, „daß den Gebrüdern Seguin und Eduard Biot die ausschließliche und allei„nige Leitung des ganzen Baues mit der einzigen Verpflichtung übertra„gen werde, daß wenigstens einer derselben immer bei dem Baue zugegen „sey; außerdem machten diese Ingenieurs alle Kontrakte und Zahlungen „für die Unternehmung, wofür ihnen immer eine Million Franken zur „Disposizion gestellt wurde, die später zu verrechnen kam. Für die Soli„dität des Baues, für die Auslagen der spätern Bahn-Unterhaltung oder „für den Erfolg der Unternehmung sind die Ingenieurs nicht verpflichtet; „sie erhalten aber nach §. 23 und §. 83 für die Bearbeitung des Projek„tes und die Bauführung, statt einem Gehalte, einen bedeutenden Antheil „an dem Gewinne der Unternehmung. Von dem reinen jährlichen Er„trägnisse werden nämlich zuerst 4 Procent Zinsen den Akzionairs ge„zahlt, und von der Hälfte des Restes werden 85 Procent den Gebrüdern „Seguin und Eduard Biot für alle kommende Zeiten verabfolgt. Trägt „also die Unternehmung 1 100 000 Fr. oder 10 Procent Gewinn von dem „ganzen, mit 11 Mill. Franken eingezahlten Akzienkapitale, so erhalten „zuerst die Akzionairs 4 Procent Zinsen (440 000 Fr.) und von der übrig „bleibenden Hälfte oder von 330 000 Fr. werden 85 Procent also 280 500 Fr. „(oder 74 800 Rthlr.) jährlich für alle kommenden Zeiten den Ingenieurs be„zahlt. Wahrlich eine ungeheure Entschädigung einerseits, und anderseits „keine Verpflichtung." [Allerdings eine *ungeheure* Entschädigung. Aber eine *Verpflichtung* für die Reparaturkosten, oder gar für den Erfolg des

Werkes, kann nur ein *Entrepreneur* des ganzen Werkes übernehmen. Niemand *kann* sich für etwas *verpflichten*, worüber Andere disponiren, oder auch nur mit-disponiren. D. H.]

„Bei der österr. Eisenbahn *) wurden mir für die Bearbeitung des „Projectes und einige Auslagen zuerst 20 000 Rthlr. (30 000 fl. Conv. „Münze) im Baaren verabfolgt, während dem Baue Diäten von täglich „5 Rthlr 10 Sgr., dann die Vergütung der Reisekosten und andern Aus- „lagen, endlich nach Beendigung des Baues 66 666 Rthlr. 20 Sgr. (100 000 fl.) „in Akzien zugesichert. Die Ausfolgerung der Akzien war nur an die „Bedingnifs geknüpft, dafs der Bau nach den vorgelegten Plänen ausge- „führt werde, und dafs auf der hergestellten Bahn ein Pferd im Mittel „zwischen bergauf und bergab, 10 mal so viel als auf der horizontalen „Chaussée zu führen im Stande sei. Bei Abschlufs des Vertrages mit der „Akziengesellschaft (am 20. März 1825) konnte ich keine andern Verpflich- „tungen eingehen, weil diefs in solchen Fällen in England nicht üblich ist, „überdiefs aber der Bau der Eisenbahnen zu jener Zeit noch in seiner „Kindheit begriffen war."

„Gegenwärtig stellen sich die Verhältnisse anders. Die Auslage „von einigen Millionen Rubel bei dem Baue der österr. Bahn, die Berei- „sung der englischen Bahnen im Jahre 1827 und 1829, die Bereisung „der Bahnen in Frankreich und überhaupt die Zeit von 11 thätig verlebten „Jahren hat mir so viel Kenntnisse und Erfahrung verschafft, dafs ich mich „bei dem Projekte und bei der Ausführung des Baues irgend einer Eisen- „bahn gegenwärtig wohl mit jedem Ingenieur, er gehöre welcher Nazion „immer an, zu messen vermag; ich kann daher auch den Erfolg jeder „Unternehmung durch meine persönliche Verwendung wohl mehr sicher „stellen, als es bei andern Ingenieurs der Fall ist." [Diese Äufserung des Herrn Verfassers über sich selbst könnte vielleicht, wenn man nicht genau Selbstgefühl und Selbstliebe unterscheidet, auffallen. Allein, z. B. der Herausgeber dieses Journals, der über Eisenbahnen viel nachgedacht und gearbeitet hat, würde, nach den Schriften und Leistungen des Herrn v. Gerstner, über ihn, als Eisenbahn-Ingenieur, nur gerade eben so urtheilen können, wie dieser über sich selbst. Herr von Gerstner möge diese Bemerkung nicht

*) „Siehe Sammlung der Aktenstücke in Betreff der Ausführung der k. k. priviligirten „ersten österr. Eisenbahn zwischen der Moldau und der Donau. Wien bei Teudler, 1827."

mifsdeuten. Der Herausgeber kann sie offenbar nur aus *Ueberzeugung* machen; denn zur Schmeichelei, wenn sie überhaupt ihm sonst nicht fremd wäre, hat er nicht die entfernteste Veranlassung. D. H.]

„Da mir von Sr. Majestät dem Kaiser die ausschliefsende Bewilli-„gung ertheilt wurde, die Akziengesellschaft nach meinem Ermessen im „In- oder Auslande zu bilden, so mufs mir auch, als erstem Unterneh-„mer von Eisenbahnen in Rufsland vor allem andern daran liegen, solche „Verhältnisse zwischen mir und der Akziengesellschaft aufzustellen, um „die Eisenbahn ohne Hemmungen zu Stande zu bringen. Jede von Pri-„vaten ausgeführte Unternehmung beruht im Allgemeinen auf dem per-„sönlichen Vertrauen, welches man gegen jene hegt, die an der Spitze „solcher Unternehmungen stehen; ich habe daher bereits Seite 7 in der „Vorerinnerung gesagt: *„Wer nicht ein volles Zutrauen in meine Vor-„schläge nnd Arbeiten setzt, den bitte ich vor allem andern, der Ak-„ziengesellschaft, welche ich bilde, ja nicht beizutreten."* — [Wenn es hiebei bleibt, so ist kein Zweifel, dafs die Petersburger Bahn gut gelingen werde. D. H.] „Das für die Ausführung der Unternehmung unerläfsliche „Zutrauen mufs sich dahin ausdehnen, dafs zwischen der Akziengesell-„schaft und mir folgende Bedingungen Statt finden:

1. „Mir wird die ganze Bauführung einzig und allein, so wie die „Auswahl sämmtlicher zur Bauführung erforderlichen Ingenieurs, Gehül-„fen und anderer Personen in der Art überlassen, dafs die Akziengesell-„schaft oder ihre Direkzion mit keinem Ingenieur, weder über den Bau-„plan, noch über die Details der Ausführung verhandelt oder ihn kon-sultirt." [Ist unzweifelhaft ganz unbedingt nothwendig, billig, und der Unternehmung nur heilsam. D. H.] „Blofs 8 Tage vor Eröffnung der „Bahn läfst die Direkzion durch irgend eine von ihr erwählte verlässige „Person sämmtliche hergestellte Arbeiten ihrem kub. Inhalte nach abmes-„sen, um sich von der Richtigkeit meiner Abmessungen und jener des „übrigen Personale zu überzeugen."

2. „Da ich bei dem Baue dieser Eisenbahn keine Einkäufe eigen-„mächtig machen, keine Kontrakte für den Bau eingehen, und eben so „wenig irgend eine Bauarbeit oder Lieferung für Rechnung der Gesell-„schaft bezahlen will, um nie zu irgend einer Verantwortung hinsichtlich „der Geldgebahrung gezogen werden zu können," [Eben so unbedingt

nothwendig, billig und recht. D. H.] „so werden die *andern Direkto-* „*ren* der Gesellschaft, sonach ohne mir, entweder selbst oder in ihrem „Namen durch einen hiezu aufgestellten Bevollmächtigten alle Einkäufe „machen, alle Kontrakte abschliefsen und alle Zahlungen pünktlich lei- „sten. Die Bedingnisse, betreffend die Qualität und Quantität der Liefe- „rung, so wie die Art der Arbeit werden von mir für jeden Kontrakt „angegeben. Zur Erzielung wohlfeiler Preise sollen die Arbeiten, so oft „es nur immer möglich ist, auf dem Bauplatze, wo die Arbeit zu gesche- „hen hat, unter öffentlicher Konkurrenz an den Mindestfordernden über- „lassen werden; auch sollen die Arbeiten nicht in grofsen Massen an ein- „zelne Pächter übergeben, sondern so oft es thunlich ist, in mehrere Theile „abgetheilt werden. Jede Woche ohne Ausnahme soll am Samstage die „kontraktmäfsige Bezahlung der ausgeführten Arbeiten und zwar immer „nur an dem betreffenden Bauplatze, in Gegenwart von mir oder der In- „genieurs, dann der Arbeitsleute durch den gesellchaftlichen Bevollmäch- „tigten vorgenommen werden." [Die Licitation kann sich wohl nicht auf alle Arbeiten erstrecken, was auch nicht gemeint zu sein scheint. Z. B. bei Dampfwagen, Bahnfuhrwerken und dergleichen kann kaum irgend eine Concurrenz Statt finden. D. H.]

3. „Da alle Zahlungen nur auf Anweisungen über kontraktmäfsig „verrichtete Arbeiten, die von mir oder den Ingenieurs ausgestellt wer- „den, geschehen dürfen, so wird hiemit bedungen, dafs jeder Schaden, „welcher der Gesellschaft durch eine unrichtige Abmessung widerfährt, „von mir an die gesellschaftliche Kasse vergütet werden mufs. Zu die- „sem Behufe wird, wie oben bemerkt, acht Tage vor Eröffnung der Bahn „eine Abmessung aller Arbeiten durch die andern Direktoren veranstaltet, „und die Rechnungen revidirt und abgeschlossen, worauf dann meine Ver- „antwortlichkeit in Hinsicht aller Zahlungsanweisungen aufhört."

4. „Alle Gegenstände ohne Ausnahme, welche Eigenthum der Ge- „sellschaft sind, und vom Beginn des Baues bis zum Tage der Eröffnung „der Bahn von wem immer entwendet werden, sind auf meine Kosten „neu anzuschaffen, demnach also bei der vorerwähnten Abrechnung der „frühere Anschaffungsbetrag von meiner Remunerazion ohne weiteres ab- „zuziehen." [Dieses ist eine Art von Entreprise, welche in Deutschland wohl weder nöthig noch zweckmäfsig sein möchte. Sie hat wahrschein- lich örtliche Ursachen. D. H.]

„Um nun die Remuneration auszumitteln, welche mir für die Über-„nahme so großer Verpflichtungen aus der gesellschaftlichen Kasse zu „verabfolgen kommt, will ich vorerst wieder die Statt gehabten Auslagen „für die Bauführung bei der österr. Bahn anführen. Laut dem im Fe-„bruar 1830 bekannt gemachten österr. Direkzionsberichte betrugen diese „Auslagen:

„Pauschale an Herrn v. Gerstner für die Vor-„arbeiten	20 000	Rthlr.	— Sgr.
„Dessen Diäten und Reiseauslagen	17 631	-	10 -
„Besoldungen der Ingenieurs und ihrer Gehülfen	23 648	-	— -
„Reisen der Ingenieurs	2 978	-	10 -
„Kosten der Bauaufsicht, der Bahnbewachung und „Bahnunterhaltung während dem Baue . .	25 461	-	20 -
„Druckarbeiten, Vertheilung der Lizitationsan-„kündigungen, Zeitungen etc.	3 522	-	— -
„Zusammen . .	93 241	Rthlr.	10 Sgr.

„Da die Auslagen für den Bau zu jener Zeit 606 503 Rthlr. 20 Sgr. „betrugen, so zeigt sich, daſs sich die Kosten der Bauführung auf $15\frac{1}{3}$ Pro-„cent der Gesammtauslage beliefen. Hiezu kommt nun noch die für die „Ausführung des Baues im Vertrage zugesicherte Remunerazion in Akzien „(Seite 142)."

„Zu Ende des ganzen Baues der österr. Bahn wurde von der Di-„rekzion kein solcher detaillirter Rechnungsauszug mehr bekannt gemacht; „dasselbe betrifft leider auch alle andern Eisenbahn-Unternehmungen, und „bei den wenigen, wo eine Rechnung bekannt gemacht wurde, findet sich „nirgends eine genaue Ausscheidung der Ingenieurs-Auslagen."

„Über die im russischen Reiche bestehenden Land- und Wasser-„verbindungen hat der Kammerherr Staatsrath Baron Wittenheim im Jahre „1833 das umständlichste Werk bekannt gemacht, was noch je über das „russische Bauwesen erschien. Diesem Werke ist das Gutachten einer, „von dem Herzoge Alexander von Würtemberg wegen Durchsicht die-„ses Werkes eigends niedergesetzten Kommission vorgedruckt, worin aus-„drücklich gesagt wird, daſs alle Materialien für dieses Werk dem Herrn „Verfasser aus der Generaldirekzion der Wasserkommunikazionen mitge-„theilt worden sind. In diesem Werke wird nun Seite 16. wörtlich ge-

„sagt: „„Nach dem Berichte des Generaldirektors Prinzen Georg von „„Oldenburg war im Jahre 1808 das Gesammtbudget also gestaltet:""

„„1) Zur Besoldung der Beamten und Unterhaltung sämmtlicher Be-„„hörden 2 800 031 Rub. 84 Kop. Bco., 2) für die etatmäfsigen Bauten „„und Arbeiten, sowohl an den Land- als auch den Wasserstrafsen 5 626 493 „„Rub. B. — Im Jahre 1829 sind zu ersterem Zwecke 2 943 305 Rub. „„und für letztern Zweck 5 379 800 Rub. angewiesen worden. Aufser-„„dem sind aber aus verschiedenen andern Fonds noch zu einzelnen Bau-„„ten besondere Summen jährlich assignirt worden, z. B. für das Jahr „„1830 für den Windaukanal 1 600 000 Rub., für die Arbeiten zur Ver-„„bindung der Moskwa und Wolga 539 922 Rub.""

„Man ersieht daraus, dafs die Regiekosten im Jahre 1808 von der „im Ganzen verwendeten Summe pr. 8 426 524 Rub. 84 Kop. gerade 33¼ „Procent und im Jahre 1829 von der im Ganzen verwendeten Summa „pr. 8 323 105 Rub. gerade 35½ Procent betrugen. Die Regiekosten bei „dem Baue des Windau- oder Moskwa-Kanales sind unter den hiefür ver-„wendeten Summen besonders begriffen. So grofs als hier die mit circa „35 Procent berechneten Regieauslagen erscheinen, so lassen sie sich doch „aus der ungeheuren Ausdehnung des Reiches erklären; überdiefs sind auch „hierunter die Kosten für die Lehranstalten begriffen, woraus die Officiere „der Land- und Wasserkommunikazionen austreten, dann die Kosten der „Wächter, welche an den Flüssen, z. B. der Wolga, zur Sicherung der „Schiffahrt aufgestellt sind."

„Bei dem gegenwärtigen Baue der Eisenbahn müssen, wie ich schon „früher bemerkte, nothwendig mehrere, in diesem Bauzweige erfahrene „Individuen in England engagirt werden, welches bekanntlich grofse Ko-„sten verursacht. Der Bau selbst ist in seiner Art hier ganz neu, und „fordert bei seiner Ausführung ein zahlreiches, gut besoldetes Personale, „um eine gute dauerhafte Arbeit zu liefern. Ich begründe auf diese Un-„ternehmung meinen Kredit in Rufsland; ich werde daher auch gewifs „alles anwenden, um einen guten Bau herzustellen. Hiezu müssen mir „aber nothwendig die Mittel von der Akziengesellschaft gegeben werden. „Ich fordre inzwischen blofs die Hälfte der Regiekosten der kais. russi-„schen Staatsbauten, nämlich 17½ Procent des für die Unternehmung im „Ganzen verwendeten Kapitals. Diefs soll zu folgenden Zwecken und „in folgenden Terminen gezahlt werden:

„*Erstens.* 4 Procent als Entschädigung für meine bisherigen Auslagen „und jene für die Ingenieurs, dann für alle Vorarbeiten, für die Kosten des in „natürlicher Gröfse in Liverpool erbauten Stückes Eisenbahn sammt Wagen, „welches von dort nach St. Petersburg gebracht und hier zur unentgeldlichen „Besichtigung des Publikums aufgestellt wurde; für die Kosten dieses in „12 000 Exempl. und 3 Sprachen gedruckten Mémoire, für die Kosten „der unentgeldlichen Vertheilung desselben im ganzen russischen Reiche, „endlich für die Reise nach England und die Kosten bei der Aufnahme „und Übersiedelung der für den Bau der Eisenbahn erforderlichen Perso-„nen hierher. Diese 4 Procent kommen mir sobald die Gesellschaft con-„stituirt ist, auszuzahlen."

„*Zweitens.* 10 Procent des Unternehmungskapitals für die ganze „Bauführung unter den oben Seite 60 angeführten Verantwortungen in „monatlichen Beträgen nach dem Vorrücken der Arbeiten ausgezahlt. Diefs „ist sonach der Pauschalbetrag, wovon ich sämmtliche Ingenieurs, Bau-„aufseher und Wächter an der Bahn vom Beginn des Baues bis zum Tage „der Eröffnung der Bahn in ihrer ganzen Länge zu besolden habe, mit „dem Bemerken, dafs die Kosten der Bewachung jeder einzelnen Bahn-„strecke mir nur bis zu dem Tage obliegen, wo diese Strecke für Rech-„nung der Gesellschaft von dem Publikum benutzt wird. Von dem obi-„gen Pauschale habe ich ferner alle für die Ingenieurs erforderlichen Instru-„mente (die aber Eigenthum der letztern bleiben) beizuschaffen, ferner „das Briefporto, die Reisekosten des zur Bauführung verwendeten Perso-„nale und alle andern diversen Auslagen, welche die Leitung des Baues „und die Bewachung des gesellschaftlichen Eigenthumes vom Beginne des „Baues bis zum Tage der Eröffnung der Bahn betreffen, zu berichtigen; „endlich habe ich davon die Kosten der Herausgabe und der Vertheilung „im Reiche eines Berichtes während dem Baue, und eines zweiten ausführ-„lichen Berichtes nach beendigtem Baue, ein jeder in 7000 Exempl. russisch, „3000 Exempl. deutsch und 2000 französisch zu tragen. Da mir übrigens „die Zeit fehlt, die Erbauung des Eisenbahngasthofes und der andern Ge-„bäude im Parke von Pawlowsk im Detail zu überwachen, so wird dieser „Bau einem verlässigen Architekten übertragen werden; es sind mir sonach „blofs von diesem Bauobjekte die erwähnten 10 Procent nicht auszufolgern."

„*Drittens.* $3\frac{1}{2}$ Procent des ganzen für die Unternehmung verwen-„deten Kapitales sind mir nach Abzug jener Beträge, welche nach Seite 143

„den Ingenieurs oder mir zur Last fallen, am Tage nach der Eröff-„nung der Bahn bis Zarskoe-Selo auszubezahlen. Ich bin aber verpflich-„tet, von diesem Betrage die Herausgabe und die unentgeldliche Verthei-„lung eines Berichtes innerhalb des Reiches zu besorgen, welcher in den „ersten 3 Jahren der Bahnbenützung jährlich in 12000 Exempl. über den „Fortgang der Unternehmung von mir erstattet, und auf meine Kosten im „ganzen Russischen Reiche zur Belehrung des hiesigen Publikums ver-„breitet werden soll."

„Aus der Vergleichung der gegenwärtig von mir angesprochenen „Entschädigung mit den Regiekosten und meiner Entschädigung bei dem „Bau der im Jahre 1825 begonnenen Eisenbahn in Oesterreich ergiebt „sich, daſs das von mir aufgestellte Verhältniſs für die hiesige Gesellschaft „weit vortheilhafter sey. Nebst meiner seit 11 Jahren viel gröſser gewor-„denen Erfahrung biethe ich der Gesellschaft Verpflichtungen an, wie sie „sonst bei Bauten nicht vorzukommen pflegen: ich werde persönlich den „Bau in allen seinen Theilen überwachen, und werde gewiſs im Laufe des „Jahres 1836 die Bahn in ihrer ganzen Länge von 3¾ Meilen wenigstens „60 mal zu Fuſs abgehen, um allen Arbeiten nachzusehen; es wird fer-„ner fortwährend ein im Baue der Eisenbahnen erfahrener engl. Ingenieur „und mehrere englische Werkmeister zugegen sein; diese letztern Indivi-„duen brauchen Dollmetscher, die der engl. und russischen Sprache kun-„dig sind, und die Kosten der ohnehin sehr theuern Engländer wieder „erhöhen; es müssen auſserdem mehrere andere der russischen Sprache „kundige Ingenieurs angestellt werden, damit es nirgends an Aufsicht fehle, „und damit der mit so auſserordentlicher Schnelligkeit betriebene Bau „auch die gehörige Solidität habe."

„Der belgische Minister de Theux erklärte am 4. August 1835 in „der Repräsentantenkammer, die Ausführung des Baues der Eisenbahn zwi-„schen Brüssel und Mecheln von 3 Meilen Länge innerhalb des kurzen „Zeitraumes von 12 Monaten sei eine erstaunungswürdige Sache, und es „sei deſshalb nicht möglich gewesen, eine strenge Wirthschaft zu beobach-„ten. Dort waren nur 41900 Sch. R. Erdarbeit herzustellen, hier beträgt „die Arbeit mehr als 3 mal so viel; dort sind eine Menge geschickter Ar-„beiter zu haben, hier müssen theuere Werkmeister erst von England auf-„genommen werden; dort konnte man während 12 Monaten ununterbro-„chen arbeiten, hier ist nur die kurze Zeit von 5 Monaten vom 1. Mai

„bis zum letzten September für die Ausführung der Hauptbahn bis Zarskoe-Selo von 3 Meilen Länge vorhanden; hier muſs also ein überaus „zahlreiches Personale angestellt werden; allein da die ganze Bahn mit „allem Zugehör erst im Jahre 1837 beendigt werden kann, so muſs ein „groſser Theil dieses Personale $1\frac{1}{2}$ Jahre lang beibehalten werden. Wer „immer das Angeführte reiflich überlegt, wird es kaum begreiflich finden, „daſs ich so groſse Verpflichtungen bloſs um die Hälfte der Regiekosten der „kais. russischen Staatsbauten zu übernehmen im Stande sey; ich kann also „auch mit voller Beruhigung dieſs als Bedingniſs für den Beitritt eines je„den Akzionärs zu der von mir gebildeteten Gesellschaft aufstellen." —

„Im Überschlage Post No. 18. sind sämmtliche Regie- und Admi„nistrationskosten, dann diverse Auslagen der ganzen Unternehmung mit „174 824 Rthlr. oder mit beiläufig 20 Procent des Unternehmungskapitales „angeschlagen. Da die Bauführung mit sämmtlichen hiezu gehörigen Ausla„gen die vorangeführten $17\frac{1}{2}$ Procent des Baukapitals kostet, so bleibt noch „eine Summe von 21 761 Rthlr. disponibel. Hievon bestreiten die andern „Direktoren der Unternehmung die Kosten des Druckes der Akzien und „der verschiedenen die Direkzion betreffenden Papiere, die Miethe eines „Lokale als Direkzionskanzelei, die Besoldung eines gesellschaftlichen Be„vollmächtigten, eines Kassiers und andere Auslagen dieser Art. Wollte „man selbst alle diese Auslagen zu den Kosten der Administrazion rech„nen, welche dann sammt der Bauführung 20 Prozent des Unternehmungs„kapitales betragen würden, so ergiebt sich noch immer ein Unterschied „von 15 Procent im Vergleiche mit den in Seite 146 angeführten Admini„strazionsauslagen in Ruſsland. Da dieser Unterschied zu Gunsten der „Gesellschaft fällt, so kann wohl jeder Akzionär der Unternehmung ganz „zufrieden seyn, zumahl wenn er bedenkt, daſs dieſs die erste von Pri„vaten ausgeführte Unternehmung dieser Art in Ruſsland ist."

[Wir haben diesen Artikel aus dem Mémoire des Herrn von Gerstner wörtlich hergesetzt, als authentische Nachricht, wie und in welchem Maaſse in *England, Frankreich, Oestreich* und *Ruſsland,* also über den gröſsten Theil der civilisirten Erde, ziemlich einstimmig, die Leistungen geeigneter Ingenieurs bei neuen technischen Unternehmungen taxirt und remunerirt werden.

Bei der projectirten Eisenbahn zwischen Berlin und Potsdam sind die gesammten Regie-Kosten, das heiſst: die Kosten der zum Project und

zur Ausführung nöthigen Messungen und Nivellements, der Verfertigung des vorläufigen und des definitiven speciellen Bau-Planes, der Direction der Ausführung des Baues, der Ober- und Unter-Aufsicht auf dieselbe, der Syndicats-Geschäfte bei der Erwerbung des Grundes und Bodens und bei den übrigen Verhandlungen, der Reisen etc., mit *Einschlufs* des eigentlichen *Honorars* für die Urheber der Bahn, in Actien, als Entgelt ihres Risicos, als billigen Antheil am Gewinn, und als Belohnung dafür, dafs sie das Werk in's Leben riefen: für alles dieses zusammen, etwa zu 4 Procent des Anlage-Capitals angenommen worden, wovon etwa 1½ Procent dem technischen Miturheber und Dirigenten des Baues zufallen werden. Alle Billigdenkenden haben diese Remuneration auch angemessen, und Viele haben sie gering gefunden, erwägend, dafs man sich z. B. an der Börse für ein Anleihe-Geschäft und dergleichen, zu welchem viel weniger Studium und Arbeit gehört, 2, 3 bis 5 Procent berechnet, und dafs, während die Actionnairs auf gute Zinsen ihrer Capitalien, oder auf guten Gewinn aus dem Verkaufe der Actien rechnen, Diejenigen, welche durch ihre Arbeiten und technischen Einsichten ihnen das Werk herstellen, und ihnen also die erwarteten Vortheile zuführen, billigerweise nicht allein ohne eine einigermafsen verhältnifsmäfsige Belohnung bleiben dürfen. D. H.]

Schlufs-Betrachtung. Blick in die Zukunft.

Der Herr Verfasser recapitulirt hier nochmals die Vortheile, welche sich zunächst von der Eisenbahn zwischen Petersburg, Zarskoe-Selo und Pawlowsk, sowohl für die Actionnairs, als für die Bewohner dieser Städte, mit Grund erwarten lassen; so wie diejenigen, welche überhaupt für Rufsland von Eisenbahnen, die für dasselbe, seiner grofsen Ausdehnung wegen, eben so wichtig sind, wie, in dem ähnlichen Falle, für Nord-Amerika, zu hoffen sein dürften, und spricht gute Wünsche für das Gedeihen derselben aus.

Anhang. (Wörtlich.)

„Dieses vorstehende Mémoire wurde im Jänner 1836 geschrieben „und am 31. Jänner l. J. dem Comité des hohen Reichsrathes, welches „Se. Majestät der Kaiser zur Untersuchung der von mir überreichten Vor-

„schläge in Betreff der Einführung der Eisenbahnen im russischen Reiche „ernannt hatte, zur Prüfung vorgelegt. Am 3. Februar 1836 wurde dem „Herrn Präsidenten des Reichsrathes, welcher zugleich Präsident dieses „Comité war, eine von dem Herrn Oberzeremonienmeister Grafen Alexis „Bobrinsky, Herrn Benedikt Cramer, Kommerzrath und Kaufmann erster „Gilde, Herrn J. K. Plitt, Consul der freien Stadt Frankfurt und Kauf„mann erster Gilde, dann von dem Herausgeber dieses Mémoire unterfer„tigte Erklärung überreicht, worin dieselben um Ertheilung des Privile„giums bathen."

„Hierauf erfolgte unter dem 12. Febr. d. J. ein Decret seiner Er„laucht des Herrn Grafen Toll, Generaladjudanten Sr. Majestät und ober„sten Chef aller Land- und Wasserverbindungen im russischen Reiche, „worin den vorgenannten vier Stiftern der Eisenbahn von St. Petersburg „nach Zarskoe-Selo und Pawlowsk im Namen Sr. kais. Majestät das „Privilegium für den Bau dieser Bahn zugesichert wird. Die Konzessio„nen dieses Privilegiums gründen sich im Allgemeinen auf den Inhalt des „Schreibens Seiner Erlaucht des Herrn Reichsraths-Präsidenten dd° 21. De„zember 1835, welches Seite 86 im Auszuge mitgetheilt ist; es wurden „jedoch bei den spätern Verhandlungen noch einige Begünstigungen, wo„durch die Ausführung der Unternehmung erleichtert, und ihr Gelingen „gesichert wird, hinzugefügt.

„Unter diesen Begünstigungen ist die wichtigste, daſs die projek„tirte und Seite 100 etc. beschriebene Bahnlinie in ihrer ganzen Länge „genehmigt wird. Diese Linie geht nämlich über das Wolkowo-Pole, „wo die Gebäude der kongrevischen Raketenfabrik stehen, und wo die „Artillerie beinahe täglich im Sommer und Winter Versuche anstellt. „Laut Zuschrift dd° 6. März 1836 des Herrn Generalmajors Fürsten Dol„goruky, Chef des Stabes Sr. kaiserl. Hoheit des Herrn General Feld„zeugmeisters geruhten Se. Majestät der Kaiser zu befehlen, daſs die Ra„ketenfabrik und die Batterie auf einen andern Platz übertragen werde, „die Akziengesellschaft aber die Kosten dieser Übersetzung zu bestreiten „habe. Diese Allerhöchste Gnade Sr. Majestät gewährt der Unterneh„nehmung den äuſserst wichtigen Vortheil, daſs die genehmigte Bahnlinie „als die vorzüglichste Linie einer Eisenbahn angesehen werden kann, die „noch je irgendwo angelegt wurde; die Auslagen welche die Gesellschaft „zu bestreiten hat, verschwinden im Vergleiche zu den hiedurch gewon-

„nenen Vortheilen, und dürften meiner persönlichen Meinung nach, nicht „14 580 Rthlr. übersteigen."

„Eine zweite eben so wichtige Konzession hat die Unternehmung „der höchsten Gnade Sr. kais. Hoheit des Grofsfürsten Michael Pawlo„witsch zu verdanken. Se. kais. Hoheit geruhten nämlich am 18. Febr. „l. J. die im Parke abgesteckte Bahnlinie zu besichtigen und sie zu ge„nehmigen. Höchstdieselben geruhten ferner zu bewilligen, dafs im Parke „einige Gebäude zur Unterkunft und zum Vergnügen des Publikums von „der Akziengesellschaft errichtet werden, und dafs ein Preis für den be„sten Entwurf zu diesen Gebäuden von den Unternehmern der Eisenbahn „ausgesetzt werde. Demnach erschien am 16. März l. J. die Bekannt„machung in den St. Petersburger Zeitungen, worin die Herrn Architek„ten eingeladen werden, Entwürfe für diese Gebäude, deren Baukosten „vorläufig auf 58 320 Rthlr. bemessen sind, einzusenden, mit dem Bedeu„ten, dafs für jenen Plan, welcher von Sr. kais. Hoheit genehmigt, und „dessen Bau unter der Leitung des Architekten ausgeführt wird, eine Re„muneration von 5832 Rthlr. (20 000 Rub. Bc. Ass.) verabfolgt werde."

„In der St. Petersburger Zeitung vom 14. März l. J. erschien be„reits die Anzeige wegen Abhaltung der Lizitation für die Herstellung der „Erdarbeit, der Brücken, dann die Lieferung der Querbalken und Faschi„nen. Die andern Arbeiten sollen später kontrahirt werden."

„Somit ist denn diese Akziengesellschaft ins Leben getreten, das „ganze erforderliche Kapital unterzeichnet, und die Stifter derselben wer„den gewifs alles anwenden, um diesen Bau so auszuführen, dafs er dem „Zwecke, den Bewohnern der Residenz zum Nutzen und Vergnügen zu „gereichen, und zugleich den Beweis zu liefern, dafs Eisenbahnen in Rufs„land zweckmäfsig und nothwendig sind, vollkommen entspreche."

„St. Petersburg den 18. März 1836."

6.

Über Wasserläuterung.

Die Läuterung des Wassers ist etwas sehr Wichtiges für Städte und Orte, welche entweder gutes Quellwasser, selbst zum Trinken, nicht in hinreichender Menge besitzen, wie z. B. Paris, oder welche noch Flufswasser zum häuslichen Bedarf zu Hülfe nehmen müssen, was selten ganz lauter, und öfters, zumal wenn das durch die Stadt fliefsende Gewässer nicht bedeutend ist, oder kein starkes Gefälle hat, gar sehr verunreinigt zu sein pflegt, wie z. B. zu Berlin. In solchen Fällen ist die Läuterung des Wassers etwas für das Wohlsein und die Gesundheit der Einwohner sehr Bedeutendes: denn das Wasser ist ja eines der unentbehrlichsten und schätzbarsten Erhaltungs-, Genufs- und selbst Heilungsmittel.

In Paris ist die Läuterung des Seinewassers ganz besonders wichtig und nothwendig, weil dieses Wasser dort fast allein das Bedürfnifs der Bewohner befriedigen mufs. Daher hat man auch dort insbesondere diesen Gegenstand näher berücksichtigen müssen, und hat denn in Folge dessen auch gute Erfahrungen darüber, und zwar im Grofsen, worauf es ankommt, gesammelt. Ein Aufsatz aus dem Nachlasse des Herrn Genieys, weil. Ingenieurs der Brücken und Wege, welchen die *Annales des ponts et chaussées* von 1835 mittheilen, enthält interessante, darauf Bezug habende Notizen. Da nun die Läuterung des Wassers, wie gesagt, auch anderwärts häufig sehr nothwendig und wohlthätig sein kann: so hat der Herausgeber des gegenwärtigen Journals es für angemessen und nützlich erachtet, den genannten Aufsatz in dasselbe aufzunehmen. Die Maafse, Gewichte und Geld sind auf Preufsische reducirt worden. Auch wird der Gegenstand in diesem Journale ferner berücksichtigt werden.

I. Allgemeine Bemerkungen.

1. Das Wasser kann durch fremde, entweder darin schwimmende, also beigemengte Theile, oder durch darin aufgelösete, beigemischte organische Theile verunreinigt sein.

Im ersten Fall geschieht die Läuterung entweder blofs durch den Niederschlag des ruhig stehenden Wassers, oder durch Absonderung der fremden Theile vermittelst Reagentien, oder auch vermittelst Durchseihung durch verschiedene poröse Körper.

Im zweiten Falle läutert man das Wasser ebenfalls vermittelst der Durchseihung, aber durch andere Körper, besonders durch Kohle.

2. *Läuterung durch Niederschlag.* Das einfachste Läuterungsverfahren ist, das Wasser in grofsen Behältern so lange stehen zu lassen, bis die darin schwimmenden Theile zu Boden gesunken sind. Dieses Verfahren ist das gewöhnliche; aber es hat mehrere Übelstände.

Der Niederschlag nemlich erfordert häufig viel Zeit, und das Verfahren daher sehr grofse und kostbare Behälter.

Sodann nimmt das Wasser während des Stillstandes, wenn die beigemengten Theile organischer Art sind, leicht den verderbten Zustand stehender Gewässer an. Die beigemengten Theile durchlaufen während der Ruhe leicht die verschiedenen Zustände der Zersetzung, und das Wasser verdirbt dadurch mehr oder weniger, und verliert besonders einen Theil seines Sauerstoffgases, welchen die Zersetzung der Stoffe wegnimmt. In der That erhält man durch dieses Verfahren selten hinreichend klares Wasser, selbst wenn das Wasser lange, und viel länger still gestanden hat, als es in Fällen, wo das Bedürfnifs die Herbeischaffung desselben in Menge erfordert, zuläfslich ist.

3. *Läuterung durch Reagentien, und besonders durch Alaun.* Man hat durch verschiedene Mittel die Absonderung der beigemengten Theile zu beschleunigen gesucht. In einigen Läuterungs-Anstalten zu Paris hat man sich der Salze bedient, welche vermöge einer zwiefachen Zersetzung mit den im Wasser enthaltenen Salzen andere bilden, die hinreichend specifisch schwer sind, um schnell niederzusinken, und die dann die übrigen beigemengten Theile mit sich fortführen. Aber dieses Mittel darf nur mit Vorsicht angewendet werden, weil die Menge und Art der läuternden Sätze fast beständig nach der Menge und Art der dem Wasser beigemischten Salze verändert werden mufs. Es läfst sich nur eine Art

namhaft machen, wie man auf solche Weise in mehreren Fabriken und in einigen Krankenhäusern das Seinewasser reinigt, zu der Zeit wo sich dasselbe, so, wie es die städtischen Wasserhebungsmaschinen schöpfen, nicht unmittelbar benutzen läfst, nemlich zu Zeiten der Anschwellung des Flusses, wo derselbe viele schlammige Theile mit sich führt. Man bedient sich dabei des Alauns (*alun*), oder der schwefelsauren Thonerde (*sulfate acide d'alumine*) oder Potasche, oder des Ammoniaks. Dieses Salz sondert sehr kräftig die dem Wasser beigemengten Theile ab. Die Art dieser Wirkung ist noch nicht hinreichend erklärt worden. Die Erfahrung aber lehrt, dafs 1 Pfd. Alaun etwa 300 Cubikfufs sehr trübes Wasser in kurzer Zeit recht klar macht. Man sieht, dafs die geringe Menge des zugesetzten Salzes nicht gegenseits etwa schädliche Wirkungen hervorbringen kann. Aber das Läuterungsmittel ist nicht allgemein in Gebrauch gekommen. Vielmehr ist das Durchseihen des Wassers, welches alle Vortheile jener Läuterungsmethode gewährt, ohne ihre Nachtheile zu haben, dasjenige Verfahren, dessen man sich jetzt allgemein bedient.

4. *Seihen durch die Poren gewisser Körper.* Dieses Seihen ist das nemliche, dessen sich die Natur bei den Quellen bedient. Man hatte bemerkt, dafs gewisse kalkige Steine so porös sind, dafs sie das Wasser leicht durchfliefsen lassen, und dabei seine fremden Bestandtheile zurückhalten. So geben dieselben ein natürliches Filtrum ab.

Surrogate von dergleichen kalkigen Steinen sind Sand und runde Kiesel von verschiedener Gröfse. Die im Wasser schwimmenden fremden Theile bleiben beim Durchflufs daran hängen, und das durchgeflossene Wasser ist ziemlich klar.

Auch feine Schwämme leisten einen ähnlichen Dienst, wenn man das Wasser langsam durch sie hindurch fliefsen läfst.

Wenn die absondernde Kraft des Filtrums durch die Anhäufung der hängen gebliebenen fremden Theile abgenommen hat, mufs das Filtrum durch aufeinander folgende Waschungen wieder gereinigt werden. Wegen der Schwierigkeit dieser Operation hat ein Filtrum aus Sand vor den Schwämmen und porösen Steinen den Vorzug.

Dieses Läuterungsverfahren läfst sich übrigens auch leicht mit der Benutzung einer oder mehrerer zugesetzten Lagen zerstofsener Kohle verbinden; was sehr wesesentlich ist, da die Kohle das Mittel gewährt, die zersetzten organischen Theile aus dem Wasser abzusondern.

5. *Seihen durch Kohlen.* Sowohl die thierische als die vegetabilische Kohle besitzt die Eigenschaft, die Gase zu verschlucken, auf die im Wasser zersetzten organischen Theile zu wirken, und daraus nicht allein die darin schwimmenden fremden, dasselbe trübenden Theile abzusondern, sondern auch dem verdorbensten Wasser seinen übeln Geruch und Geschmack zu nehmen.

Loowitz in Petersburg schrieb zuerst, im Anfange dieses Jahrhunderts, einen Aufsatz über die Benutzung der Kohle als Reinigungs- und Läuterungsmittel für eine Menge von Substanzen. Berthollet deutete mehrere dieser Anwendungen an: z. B. das Verkohlen der Fässer von innen, um das Wasser für lange Seereisen zu erhalten. James Smith, Cuchet und Denis Montfort beschäftigten sich weiter mit den Mitteln, das Wasser zu läutern. In Gegenwart einer aus Mitgliedern des Instituts zusammengesetzten Commission seiheten sie gänzlich verdorbenes und widriges Wasser durch ein Filtrum von Kohlen. Es wurde völlig klar und trinkbar. Blofs, wenn es wieder eine Zeitlang gestanden hatte, nahm es seine üble Beschaffenheit wieder an, die aber durch ein abermaliges Seihen wieder gehoben werden konnte. Dieses Ergebnifs zeigt, dafs die Kohle, selbst im Übermaafs angewendet, doch nicht alle im Wasser zersetzten organischen Theile aus demselben zu scheiden vermag, sondern nur diejenigen, welche erst einen gewissen Grad der Zersetzuung erreicht haben. Die Erfinder nahmen ein Patent auf ihr Verfahren, und benutztèn es für das in Paris zu vertheilende Wasser. Man findet über die Eigenschaften und Anwendungen der Kohle alle zu verlangende Auskunft in der englischen Übersetzung des Aufsatzes von Loowitz in Crells Annalen der Chemie; in einer Abhandlung von Th. v. Saussure in den *Annales de chimie XXXII.*, und in den interessanten Abhandlungen von Bussy und Payen in dem *Journal de pharmacie VIII.*

II. Thatsachen und Erfahrungen.

Wir wollen nunmehr verschiedene Vorrichtungen beschreiben, welche zur Läuterung des Wassers vorgeschlagen und gebraucht worden sind. Wir werden mit Läuterungen im Kleinen anfangen, und dann zu gröfseren übergehen. Was wir vortragen, ist ein Auszug aus dem *Dictionnaire technologique.*

6. Die Läuterungsgefäſse werden aus Holz, Stein oder gebranntem Thóne gemacht. Ihre äuſsere Form ist cylindrisch, oder conisch; nach Belieben mit vierseitiger oder kreisförmiger Bodenfläche. Man kann gewöhnliche Fässer dazu nehmen. Man stellt das Gefäſs auf einen hölzernen, etwa 1 Fuſs hohen Dreifuſs, um das Wasser bequem unten auffangen zu können.

4 bis 5 Zoll hoch über dem Boden befindet sich eine erste Scheidung von Metall oder Sandstein, mit einer Menge kleiner Löcher durchbohrt, wie ein Durchschlag. Die Scheidung ist an den Wänden des Gefäſses dicht befestigt. Vermittelst eines Hahnes am Boden kann das zwischen der Seihetafel und dem Boden sich sammelnde Wasser abgelassen werden. Eine kleine Röhre von 5 bis 6 Linien im Durchmesser erstreckt sich von dem untern Raume bis nach oben, um die Luft ab- oder zuzulassen, wenn der untere Raum mit Wasser sich füllt, oder wenn dasselbe daraus abflieſsen soll.

Auf die erste Seihetafel legt man ein wollenes Tuch, oder eine Lage zerstoſsenen Sandsteins, von etwa 2 Zoll dick. Hierauf folgt eine andere, einen Fuſs, oder, je nach der Höhe des Gefäſses, mehr oder weniger dicke Lage von grobzerstoſsener Holzkohle, mit wohlgewaschenem, fein gestoſsenem Sandsteinpulver gemengt. In Ermangelung des Sandsteines kann man feinen Fluſssand nehmen. Diese Lage muſs stark zusammengedrückt werden, damit das Wasser, welches sie durchzieht, möglichst lange mit der Kohle in Berührung bleibe. Auf die zweite Lage kommt eine dritte, von Sand oder zerstoſsenem Sandsteine, etwa 2 Zoll dick, und dann wird das Ganze mit einem Deckel belegt, der genau in das Gefäſs paſst, und der nach der Mitte hin mit 3 oder 4 Löchern von 1 Zoll im Durchmesser durchbohrt ist.

In jedes dieser Löcher wird ein Stöpsel von Sandstein, von der Form eines Pilzes, gesteckt, dessen hohler Stiel mehrere kleine Löcher hat. Der Kopf jedes Stöpsels wird mit einem Schwamm umhüllt.

Indem das Wasser durch diese Schwämme zieht, die von Zeit zu Zeit ausgewaschen werden müssen, setzen sich schon daran von den im Wasser schwimmenden fremden Theilen ab.

Eine kleine bleierne Röhre [besser wohl eine eiserne oder irdene Röhre, D. H.], ähnlich der oben gedachten, reicht von dem Deckel bis

oben aus dem Gefäſse hinaus, um die Luft aus den Seihelagen abzulassen, so wie das Wasser in dieselben eindringt.

Diese Anordnung kann je nach den verschiedenen Zwecken modificirt werden. Man kann durch innere Scheidungen das Wasser zwingen, nachdem es durchseihend hinabgestiegen ist, durch andere Seihelagen wieder aufwärts zu steigen. Oder man kann es geradezu bis nach unten gelangen lassen. Darauf kann man es durch andere Seihelagen wieder aufwärts steigen machen, und dann vermittelst eines Hahns in der Mitte des Gefäſses ablassen, wie die folgende nähere Beschreibung zeigen wird.

7. *Seiher zum häuslichen Gebrauch.* Fig. I. Taf. XI. ist die Ansicht eines Seihers aus Sandstein, auf seinem Dreifuſse stehend, mit einem Deckel bedeckt. Das obere Ende der einen Luftröhre zeigt sich bei *a*. Die beiden Röhren reichen bis in das Innere des Gefäſses hinab: die eine bis unter den Deckel *b*, die andere bis in den untern Raum *g*. Die Figur ist so gezeichnet, als fehlte ein Theil der vorderen Seite der Wand, um das Innere des Gefäſses sichtbar zu machen. *b* ist der an den Wänden des Gefäſses gelöthete metallene Deckel, der in der Mitte den pilzförmigen, mit einem Schwamme bedeckten Stöpsel trägt. *d* ist eine umgekehrte, den Trichter *e* bedeckende Glocke. Die Röhre des Trichters führt das Wasser in den unteren Raum *g*. *f* ist der Hahn, vermittelst dessen das Wasser aus dem untern Raume *g* abgezapft wird.

Eig. 2. zeigt die über den Trichter gedeckte Glocke im Grundriſs.

Fig. 3. ist der Grundriſs des metallenen Deckels *b*. Derselbe hat rundum einen vorstehenden Rand, um das Loth aufzunehmen, und in der Mitte eine kreisförmige Öffnung für den hohlen Stiel des pilzförmigen Stöpsels *c*; desgleichen an der Seite einen kleinen Ausschnitt zum Durchgange der Luftröhre *a*.

8. *Seihefaſs*. Fig. 4. ist der senkrechte Durchschnitt eines solchen Fasses. Es ist aus eichenem Holze gemacht und mit eisernen Bändern beschlagen. Es hat zwei Henkel und unten einen Hahn. *aa* ist der erste Boden von Holz, mit 4 Pilzen b^1, b^2, b^3, b^4, auf welche das zu läuternde Wasser gegossen wird.

Fig. 5. ist der Grundriſs des ersten Bodens mit den 4 Pilzen b^1, b^2, b^3, b^4.

cc Fig. 4. ist der zweite Boden, mit Löchern durchbohrt.

d^1 und d^2 sind zwei Lagen von gestoſsenem Sandstein: die eine unmittelbar unter dem oberen, die andere unmittelbar über dem unteren Boden. Zwischen diesen beiden Lagen befindet sich eine Lage *e* von zerstoſsener Kohle, mit feinem Sande gemengt.

Fig. 6. zeigt im Groſsen einen pilzförmigen Stöpsel, sowohl innen mit Schwamm ausgefuttert, als auſsen damit bedeckt. Der untere Theil des Stöpsels *f* paſst in die Öffnung des Bodens *aa* Fig. 4.

8. *Tragbarer Seihe-Apparat.* Fig. 7. ist der verticale Durchschnitt des hölzernen, conischen Gefäſses. Es ist mit eisernen Bändern beschlagen, hat zwei Henkel, einen Deckel, und wird, wie das Seihegefäſs Fig. 1., auf einen hölzernen Dreifuſs gestellt. Der Seiher selbst befindet sich am Boden des Gefäſses und ist ganz von Sandsteinpulver umgeben, worauf ein nicht befestigter Deckel *aa* liegt. Das Wasser begiebt sich von oben, indem es zugleich den untern Raum *b* füllt, in den Raum *f*, steigt von da nach *c* in die Höhe, bis zu den in der Scheidewand *g* befindlichen Löchern; es gelangt weiter durch die Löcher des Doppel-Bodens *h* in den Raum *d*, und wird aus diesem vermittelst des Hahnes *e* abgezapft. Auf diesem seinen Wege wird es vollständig geläutert.

Fig. 8. ist der Grundriſs des tragbaren Seihers. Derselbe ist von Blech, und hat die Gestalt einer Trommel. Der obere Deckel des Seihers ist in der Figur abgehoben, um die Wand *g* (Fig. 7.) zu zeigen, welche den Seiher in zwei Theile theilt, nebst den Löchern im Boden *f* und in dem Doppel-Boden *h*.

Fig. 9. ist die Ansicht des unteren Bodens *f* der Trommel. Der Raum *c* ist mit läuternden Stoffen gefüllt, und *d* ist der Behälter für das geläuterte Wasser.

Fig. 10. zeigt die Ansicht der Scheidewand *g* des Seihers. Man sieht in der oberen Hälfte der Wand eine Reihe Löcher, durch welche das Wasser aus dem Raume *c* in den Raum *e* gelangt, von wo es sich durch die punctirte Wand *h* in den Raum *d* begiebt, der zwischen der Wand *h* und dem Boden liegt.

9. *Seihe-Apparate für Seereisen.* Die Form und Anordnung der Seihe-Apparate für die Marine ist sehr verschieden. Fig. 11. bis 14. geben eine Vorstellung von einem solchen Apparat. Derselbe ist so eingerichtet, daſs die Bewegung des Schiffes die Filtration des Wassers weder

hindern noch verzögern kann. Die äußere Gestalt des Apparates ist fast der des Seihers Fig. 4. gleich.

Fig. 11. ist der senkrechte Durchschnitt des Gefäßes. Man sieht oben in *a* einen See-Eimer (*seau de clapotage*), welcher das Gefäß gänzlich verschließt, und dessen Boden durchlöchert ist. Dieser in Fig. 12. vorgestellte Eimer hat zwei Henkel; er ist bestimmt, das Wasser zu verhindern, herauszuspritzen, wenn das Schiff in heftige Bewegung geräth.

Das Seihen erfolgt hier beim Aufsteigen des Wassers. Das zuerst in den Eimer gegossene Wasser füllt den Raum *b*, und darauf den untern Raum *c*, vermittelst der Verbindungsröhre *d*. Um sich nun wieder auf seine Höhe zu erheben, steigt es durch die durchlöcherten Böden e^1, e^2 und durch die Lagen *f*, *g*, *h* in den Raum *k*, aus welchem es vermittelst des Hebers *i* abgezapft wird.

ll ist eine kleine bleierne Luftröhre, welche aus dem Raume *k* bis oben hinausreicht.

m ist der untere Ablaß-Hahn, welcher geöffnet wird, wenn das Gefäß gewaschen werden soll.

Fig. 13. zeigt den Boden des See-Eimers, und

Fig. 14. einen der durchlöcherten Böden e^1, e^2 des Gefäßes.

10. *Wasserläuterungs-Anstalt am Quai der Cölestiner zu Paris.* Diese Wasserläuterungs-Anstalt ist 1806, nach Ablauf des Patents der Herrn Smith, Cuchet und Montfort, angelegt worden. Herr Happey, der sie gegründet hat, ist auch ihr Eigenthümer, und er kann eine sehr große Menge geläuterten Wassers liefern. Das Wasser wird für den nämlichen Preis verkauft, welchen die Wasserträger nehmen: 9⅗ Spf. (2 Sous) für die Tracht (*voie*). Wir wollen eine Idee von diesem wichtigen Etablissement geben.

Beim Eintritt in den Hof gewahrt man zunächst sehr große, hölzerne Gefäße: von 15 Fuß im Durchmesser und 12 F. hoch, also von mehr als 2200 Cubikfuß Inhalt.

In diese Gefäße wird das Wasser aus der Seine durch 3 Satz Pumpen geschöpft, welche ein Roßwerk in Bewegung setzt. Das Wasser wird aus der Mitte des Flusses genommen, und von daher 25 Ruthen weit geleitet. Es setzt zuerst in den Gefäßen den Schlamm ab, welchen es enthält.

Um den Vorgang dieser vorbereitenden Operation näher einzusehen, mufs man sich die Gefäfse erst leer vorstellen. Das Gefäfs No. 1. wird gefüllt; darauf No. 2., und darauf No. 3. Nachdem No. 3. voll ist, hebt man das Wasser aus No. 1. auf die Seiher, von welchen sogleich die Rede sein wird. Nachdem No. 1. leer ist, kommt das Wasser aus No. 2. an die Reihe u. s. w. Während dessen wird No. 1. von Neuem gefüllt, nachdem der Schlamm, der sich zu Boden gesenkt hatte, aus den Gefäfsen fortgeschafft worden ist. Auf diese Weise ist beständig ein Gefäfs von Wasser voll, und das Wasser setzt sich darin, während dasjenige aus einem andern Gefäfs auf die Seiher gebracht wird, und ein Drittes das Wasser aus dem Flusse erhält. Ein Gefäfs kann in 3 Stunden gefüllt werden.

Der wichtigere und interessantere Theil dieses Etablissements ist der Seihesaal. Er liegt in dem oberen Stockwerke des Hauses, und alles Wasser wird aus den vorher beschriebenen Kufen in dieses Stockwerk gehoben, um dort weiter geläutert zu werden. Das nämliche Rofswerk, welches die drei Satz Pumpen bewegt, die das Wasser aus dem Flusse schöpfen, setzt drei andere Satz Pumpen in Bewegung, die das Wasser aus den Kufen in den Seihesaal schaffen.

Dieser Saal ist 90 F. lang und 33 F. breit. Der cascadenförmige Seiher, in welchen das Wasser durch eine lange Röhre gelangt, steht der Eingangsthür gegenüber. Das Wasser fliefst absatzweise in drei tiefer liegende Behälter hinab, und aus dem überlaufenden letzten Behälter in Canäle, welche rund um den Saal laufen, so wie in andere in der Mitte. Die Canäle sind durch bleierne Röhren mit einander verbunden, so, dafs das Wasser den Saal um- und seine Mitte durchfliefst. Aus diesen Canälen gelangt es in die Seiher, und nachdem es dieselben passirt ist, begiebt es sich in zwei sehr grofse Kufen, ähnlich denen im Hofe. Aus diesen Kufen empfangen es die Wasserführer, welche es in die Stadt transportiren.

Die Seiher sind prismatische, mit Blei gefütterte Gefäfse. Jeder Seiher empfängt das Wasser aus vier oder fünf Röhren. Die Seiher sind nämlich so eingerichtet, wie die oben beschriebenen von Smith und Cuchet. Sie haben einen durchlöcherten Doppelboden, auf welchem eine Schicht Kies liegt, von 1 Zoll dick. Auf dieser Schicht liegt eine starke Schicht Kohlen, mit feinem Sande gemengt, und diese bedeckt wieder eine 1 bis 2 Zoll dicke Schicht Kies.

Einige meinen, dafs es, da das Wasser bei dem Durchflusse durch die Kohlenschicht einen Theil der Luft absetze, die es enthält, nothwendig sei, es einer Art von Umrühren (*batillage*) zu unterwerfen, um ihm diesen, zu seiner Zuträglichkeit nothwendigen Bestandtheil wieder zu verschaffen. Sie setzen dabei voraus, dafs die Kohle fortwährend wirksam sei. Erwägt man indessen, dafs in den beiden Wasserläuterungs-Anstalten der Stadt die Kohlen nicht häufig erneuert werden, so sieht man leicht, dafs das Umrühren füglich unterbleiben darf.

Das Wasser fliefst zunächst in bleierne Gefäfse, von der Form umgelegter Flaschen, die an den Canälen befestigt sind. An jedem dieser Gefäfse befindet sich ein Schwamm, welcher einen grofsen Theil des vom Wasser fortgeschwemmten Sandes auffängt. Diese Schwämme werden alle 2 oder 3 Stunden gewechselt, und sorgfältig gewaschen. Ein Arbeiter ist fortwährend mit dieser Operation beschäftigt (*Dict. techn. tome IX. Paris* 1826).

Zu der Zeit, wo wir diese Anstalt besichtigten, befanden sich darin 34 Gefäfse von 10 Fufs 4 Zoll lang und 2 Fufs $1\frac{1}{2}$ Zoll breit, welche also zusammen 722 Quadratfufs Filtrirfläche hatten. Man läuterte täglich 1000 Trachten Wasser, etwa 7438 Cubikfufs enthaltend; was in 24 Stunden etwa $10\frac{1}{2}$ Cubikfufs, also 756 Cubikzoll in der Stunde, und $12\frac{1}{2}$ Cubikzoll in der Minute auf den Quadratfufs ausmacht.

11. *Wasserläuterungs-Anstalt zur Rothen-Kugel in Paris.* Dieselbe ist auf die nemliche Weise eingerichtet, wie die vorige, und läutert das ihr, zum Theil aus der Seine, zum Theil aus dem Ourcq-Canal zukommende Wasser, nach Belieben, theils einzeln, theils gemischt. Diese Anstalt hat 72 Seiher, von 3 Fufs $1\frac{1}{4}$ Zoll lang und 1 Fufs $6\frac{1}{2}$ Zoll breit, also von 347 Quadratfufs Seihefläche. Sie liefert täglich 4 bis 500 Trachten Wasser.

Einige nachträgliche Bemerkungen über diese letzte Anstalt, aus dem Jahre 1833, sind folgende. Eine Treppe hoch befinden sich 9 sehr grofse hölzerne Kufen, mit kreisförmiger oder elliptischer Bodenfläche, zusammen 3234 Cubikfufs Raum enthaltend. Alle diese Kufen stehen mit einander in Verbindung. Zwei Treppen hoch wird das Ourcq-Wasser geläutert. Es sind dazu 74 steinerne Seiher, von 323 Cubikfufs Inhalt, sehr zweckmäfsig aufgestellt. Sie stehen nämlich sämmtlich mit einander in Verbindug, wodurch das Überlaufen der Gefäfse verhindert wird. Man kann indessen nach Belieben einen oder mehrere Seiher von den übrigen

absondern, um sie zu reinigen. Aus diesen Gefäfsen fliefst das geläuterte Wasser, in bleiernen Rinnen, nach den Kufen eine Treppe hoch. Bei der Läuterung zieht sich das Wasser durch 5 Schichten. Die oberste und die unterste dieser Schichten bestehen aus feinem Kiese; die zweite und vierte aus gesiebtem Sandsteinpulver; alle vier sind, jede 2 Zoll dick. Die mittelste Schicht ist 3 bis 6 Zoll dick, je nachdem das Wasser mit weniger oder mehr vegetabilischen und animalischen Theilen verunreinigt ist. Diese Schicht besteht aus gesiebtem Kohlenpulver. Zu den nöthigen Arbeiten, Reinigung der Seiher, Wäsche der Läuterungsmittel etc. sind zwei Leute und ein Aufseher angestellt.

12. *Wasserläuterungs-Anstalt in Gros-Caillou.* In dieser Anstalt wird Seine-Wasser vollkommen gereinigt. Die Anstalt ist diejenige der Herren Planche, Boullay, Bouclet, Cadet und Pelletier für die Bereitung künstlicher mineralischer Wasser. Sie liegt in der Nähe der durch Dampfkraft getriebenen Wasserhebungsmaschine von Gros-Caillou. Das aus der Seine gehobene Wasser wird direct vermittelst eiserner Röhren in die Anstalt geleitet. [Diese eisernen Röhren sind auch wohl jedenfalls besser als die bleiernen, und es ist schwerlich gut, dafs in den andern Anstalten das Wasser so viel mit Blei in Berührung kommt. D. H.]

Zwei grofse, im Innern der Anstalt aufgestellte hölzerne Kufen nehmen das zum Dienste der Maschine bestimmte Wasser auf.

Man hat den Druck des Wassers aus dem an 62 F. hoch über dem Boden liegenden Behälter der Dampfmaschine benutzt, um das Wasser von unten in den ersten Behälter zu treiben.

Hier erfolgt die erste Läuterung des Wassers vermittelst einer Schicht Sand und Kohlen, die auf einer etwas über dem Boden erhöhten Scheidung liegt. Das Wasser begiebt sich weiter in den zweiten Behälter, vermittelst eines Hebers, der so angeordnet ist, dafs das Wasser, stets steigend, ein zweites Filtrum passiren mufs.

Zwei Röhren von Zink, mit Hähnen, vertheilen darauf das Wasser, welches noch ein drittes Filtrum in der Nähe der Maschine passirt. Dieser dritten Läuterung wird nur das Wasser unterworfen, welches zur Verfertigung der gesäuerten Wässer bestimmt ist. Es wird durch die dritte Läuterung vollkommen klar.

13. *Filtrum mit doppeltem Umlauf.* Herr Zeni, Ingenieur zu Brest, hat ein solches Filtrum für die Marine vorgeschlagen, und Versuche damit haben Resultate ergeben, welche vortheilhafter als die der gewöhnlichen Läuterungen sind.

abcd Fig. 15. sind zwei concentrische Fässer. Nur das eine *ab* hat einen festen Boden; das andere *ab* hat unten einige Ausschnitte in den Dauben. *D* ist eine Schicht feinen Flufssandes. Die Schicht *C* besteht, stark zusammengeprefst, halb aus feinem Sande, und halb aus Kohlen. Die Schicht *B* ist zusammengeprefster feiner Flufssand, und die Schicht *A* besteht aus grobem Flufssande. *F, F* enthält geschlagenen, feinen, und *E, E* groben Flufssand. Die mit Kohlen gemengte Sandschicht ist nicht dicker als die übrigen. Seit man auf den Schiffen blecherner Gefäfse sich bedient, hat man immer sehr gesundes Wasser am Bord; es enthält blofs mehr Bodensatz von Eisenoxyd. Es würde daher schon blofs die Läuterung desselben vermittelst einer Sandschicht hinreichend sein. Man kann aber, wenn bei längerer Reise neues Wasser eingenommen werden mufs, auf weniger gesundes Wasser treffen, besonders in einem waldigen Lande, während der Regenzeit. Für diese Fälle also mufs auch ein Kohlenfiltrum vorhanden sein. Da nun aber dieses Kohlenfiltrum nicht fortwährend zu wirken bestimmt sein würde, so hat Herr Zeni weniger Kohlen für zureichend erachtet. Es ist aufserdem rathsam, derselben nur mäfsig sich zu bedienen, weil sie das Wasser ein wenig desoxydiren. Erheischen besondere Umstände ein wirksameres Filtrum, so darf man, um dem Wasser die Farbe zu benehmen, nur animalische Kohle hinzuthun.

Das Wasser wird auf den durchlöcherten Boden *ee* geschüttet. Man füllt das Gefäfs bis oben, und das Wasser dringt nun durch die verschiedenen Schichten, bis es zuletzt durch diejenige zwischen den beiden Fässern zum Hahne *g* gelangt. Oben ist die Vorrichtung mit einer Platte bedeckt, welche, wie der Deckel einer Tabacksdose, das äufsere Gefäfs umschliefst, und aus zwei hölzernen oder eisernen concentrischen Ringen besteht. Der Raum zwischen beiden Gefäfsen wird mit Leinwand überdeckt. Diese Decke hat den doppelten Zweck, das mit Oxyd geschwängerte Wasser von dem geläuterten abzuhalten, welches sich zwischen den beiden Gefäfsen befindet, das geläuterte aber zu hindern, bei den Schwankungen des Schiffes über den Rand des Gefäfses zu treten. Ein platter Deckel bedeckt das Ganze.

Durch diese gesammte Anordnung erlangt man nun, daſs das Wasser beim Emporsteigen noch alle diejenigen schweren kleinen Theile absetzt, welche der Läuterung entgangen sein könnten; daſs das Wasser überhaupt mehr geläutert wird, weil es einen zwiefachen Weg durch Seiheschichten zu durchlaufen hat; und daſs das Filtrum, ohne auseinander genommen werden zu dürfen, bloſs durch einen, dem gewöhnlichen entgegengesetzten Wasserstrom sich reinigen läſst. Das zu läuternde Wasser nemlich bahnt sich bei der Läuterung einen Weg durch die Seiher, und setzt an denselben seine fremden Theilchen ab, welche ihm aber zuletzt den Weg versperren. Gieſst man nun klares Wasser, umgekehrt, in den Zwischenraum zwischen den beiden Fässern, so räumt solches die Wege des zu läuternden Wassers wieder auf, indem es die abgesetzten fremden Theile nach der Schicht groben Sandes hintreibt, die im inneren Gefäſse die übrigen bedeckt. Diesen groben Sand rührt man dann zugleich stark auf, und schafft das schmutzige Wasser vermittelst eines Schöpfgefäſses, oder eines zu dem Ende angebrachten Hebers, fort. Eine halbe Tonne (*deux barriques*) Wasser ist hinreichend, um das Filtrum zu reinigen und zum Dienste wieder herzustellen. Bei der Reinigung wird der Raum zwischen den beiden Gefäſsen beständig recht voll erhalten, weil dadurch die Pressung des Wassers so stark als möglich gemacht und also dasselbe stark durch die Seiheschichten getrieben wird, und dann so die fremden Theile aus denselben mit sich fortreiſst. Das zur Auswaschung angewendete Wasser läſst man sich setzen und vorsichtig über den Bodensatz ablaufen, um es noch nutzbar zu machen.

Man sieht, daſs diese Art Seiher immerfort am Bord zu wirken vermag, während die gewöhnlichen Seiher von den Zink und Flanellsieben, so wie diese sich allmählig verstopfen, abhängig sind.

Man hat sich auch kleiner Seiher von Blech, welches dann angestrichen sein muſs, oder auch von Holz, oder gebranntem Thone, zum Wasserbedarf der Officiere bedient. Da diese Seiher nur geringere Quantitäten Wasser zu liefern haben, so können die Seihesubstanzen feiner sein, und fester zusammengeschlagen werden. Da aber wegen der geringen Höhe der Gefäſse der Weg, welchen das Wasser zu durchlaufen hat, kleiner ist, so hat man die Seiher so eingerichtet, daſs das Wasser, in mehreren in einander gesetzten Gefäſsen, öfter auf- und absteigen muſs, ehe es zu dem Abfluſshahne gelangt. Diese kleinen Seiher haben die nemlichen

Vortheile, wie die grofsen; liefern eben so klares Wasser, wie die Filtrirsteine; und haben vor diesen den Vorzug, dafs sie Kohlen enthalten.

III. Betrachtungen über die Läuterung des zum allgemeinen Gebrauche bestimmten Wassers.

Aus dem Obigen ergiebt sich, dafs die Läuterung des Wassers bis jetzt nur zum häuslichen Gebrauch benutzt worden ist, und dafs es noch an Erfahrungen, sowohl über die Zeit fehlt, innerhalb welcher sich die Seiheschichten verstopfen, als über die vortheilhafteste Art der Erneuerung derselben; ferner über das Ergebnifs der Läuterung, im Verhältnifs zu der Zahl, Dicke und Art der Seiheschichten, und über den Grad der Reinheit des geläuterten Wassers, je nach der gröfsern oder geringern Geschwindigkeit, mit welchen es die Seiheschichten durchfliefst.

Die Kraft der vegetabilischen Kohle, Gase und organische Theile zu verschlucken, ist sehr beschränkt, und ihre Dauer hängt von der Reinheit des Wassers ab. Eben so verhält es sich mit der Anziehungskraft der Oberfläche des Sandes und der andern Seihestoffe, so dafs sich im Allgemeinen die Zeit bis zu der Verstopfung der Seiher noch nicht bestimmen läfst.

Wenn z. B. das Seinewasser sehr schlammig ist, so mufs in der Läuterungs-Anstalt am Quai der Cölestiner täglich, und selbst zweimal des Tages, die obere Kiesschicht gewaschen werden. Da das Seinewasser fast gar keine *organischen* Theile zersetzt enthält, so gelangt der Schlamm selten bis zur Kohle, sondern setzt sich schon an dem Sande ab.

Da, wo man Seine- und Ourcq-Wasser sich *setzen* läfst, zeigt sich, dafs der Bodensatz nach der verschiedenen Art des Wassers verschieden ist. Wenn die Seine fluthet, so sind die dem Wasser beigemischten Theile in Menge vorhanden, und leicht, und wenig anhängend; beim gewöhnlichen Wasserstande dagegen sind wenige Theile beigemischt, aber sie sind dann zähe und fest verbunden.

Es ist nicht hinreichend, durch Versuche die Zeit ermittelt zu haben, welche ein Seiher seine reinigende Kraft behält; man mufs auch die Schichten so anordnen, dafs sie sich leicht und bequem *erneuern* lassen. Es wäre selbst gut, wenn man die Schichten *einzeln*, so oft als

nöthig, erneuern könnte, ohne die andern zu berühren. Da aber zu diesem Zwecke eine zu grofse Seihefläche nöthig sein würde, so würde man sich begnügen müssen, so viel Schichten zu haben, als Tage bis zur Verstopfung vergehen, und noch eine darüber. Verstopfen sich z. B. die Schichten täglich, so müfste man zwei Schichten haben: erfolgt die Verstopfung nach 2 Tagen, 3, nach 3 Tagen, 4 u. s. w. Im ersten Falle also müfste die Seihefläche doppelt so grofs sein, als überhaupt für das Bedürfnifs nöthig ist; im zweiten Fall wäre nur die Hälfte, im dritten Fall ein Drittheil mehr nöthig. Wahrscheinlich werden, wenn das Wasser am trübsten ist, die Schichten alle drei Tage erneuert werden müssen, so dafs also 4 Schichten nöthig sein würden, um drei beständig im Dienste zu haben; also ein Drittheil mehr Seihefläche, als fortwährend wirksam ist.

Bei den meisten oben beschriebenen Seihern mufs man der Reihe nach die Schichten abheben, um eine Schicht zu erneuern, weil sie über einander liegen, und kann also, wenn die Wirksamkeit des Seihers abzunehmen anfängt, nicht wissen, welche Schicht verstopft ist. Bei dem Seiher des Herrn Zeni, mit doppeltem Umlauf, findet dieser Übelstand nicht Statt. Das Waschen der Schichten geschieht dort unmittelbar durch einen entgegengesetzten Wasserstrom. Aber es scheint noch zu wünschen, dafs durch Erfahrung die Wirksamkeit dieser Waschung näher ermittelt werde; denn es scheint uns kaum möglich, dafs diese Waschung den Sand ganz von den an seine Oberfläche abgesetzten Theilchen sollte zu reinigen vermögen.

Die Wirkung der Läuterung hängt von der schwächern oder stärkern Trübnifs des zu läuternden Wassers, von der Zusammensetzung des Seihers und von dem Drucke des Wassers ab, der sich nach der Höhe des Wasserstandes im Seiher, über dem Ausflufshahn, richtet. Wir hatten darüber einige Versuche in dem Etablissement zur Rothen-Kugel zu machen angefangen. Die Umstände erlaubten uns nicht, sie fortzusetzen; wir wollen indessen von den Versuchen einige Nachricht geben, weil sie dienen kann, anzuzeigen, was noch zu thun sei.

Der Seiher bestand in einem Gefäfse aus Sandstein, von 3 Fufs 9 Zoll lang, 1 Fufs 7 Zoll breit, und 2 Fufs $1\frac{1}{2}$ Zoll hoch. Der Raum unter dem 9 Linien dicken hölzernen, durchlöcherten Doppelboden, in welchem Raume sich das geläuterte Wasser sammelte, und aus welchem es mittelst eines Hahns abgelassen wurde, war $2\frac{1}{2}$ Zoll hoch.

Der Seiheschichten waren sechs, und sie waren zusammen 14 Zoll dick. Die unterste Schicht bestand aus grobem Sand und Kies; die zweite aus weniger grobem Sande; die dritte aus zerstoſsenem Sandstein; die vierte aus zerstoſsener Kohle; die fünfte wieder aus zerstoſsenem Sandstein; die sechste, oberste, aus grobem Sande. Der Druck der Schichten verhielt sich wie die Zahlen 4, 3, 3, 3, 2 und 2.

Das Wasser gelangte in den Seiher durch einen Hahn, ähnlich dem Hahne am Boden.

Nachdem die Schichten recht horizontal geebnet und eingedrückt worden waren, damit so wenig Zwischenräume als möglich blieben, füllte man den Seiher ganz mit Wasser, damit das herabflieſsende Wasser auf die ganze Fläche des Seihers wirke. Der Ausfluſs durch die Hähne wurde so regulirt, daſs der Seiher beständig voll blieb, also die Seiheschichten beständig mit Wasser bedeckt waren.

Bei den ersten Versuchen wurde das Wasser gemessen, welches geläutert werden konnte, wenn der untere Hahn alles Wasser abzuführen vermochte. Die Öffnung des Hahns war kreisförmig, und hatte $8\frac{1}{4}$ Linien im Durchmesser. Das Wasser füllte diese Öffnung beim Ausflusse nicht gänzlich aus, und es konnte Luft eindringen; was den Ausfluſs modificirte. Die Versuche ergaben Folgendes.

Tag des Versuchs.	Dauer des Ausflusses.	An Wasser wurden geläutert			Anmerkungen.
		überhaupt.	in der Minute.	in der Minute auf den Quadratfuſs Fläche.	
	Minuten.	Cubikzoll.	Cubikzoll.	Cubikzoll.	
Den 25. October 1828	42	14866	354	60	Das Wasser stand $9\frac{1}{6}$ Linien hoch über den Seiheschichten, und $17\frac{1}{4}$ Zoll hoch über der untern Ausfluſs-Öffnung.
- 26. - - -	20	4751	237	41	
- 27. - - -	20	4136	201	35	
- 29. - - -	20	3633	182	31	
- 30. - - -	20	3633	182	31	

Man sieht, daſs die Menge des geläuterten Wassers in dem Maaſse abnahm, wie das Filtrum sich verstopfte. Da das zu läuternde Wasser wenig trübe war, so kann man die Ergebnisse als Maxima ansehen, welche nur selten werden erreicht werden; und im Durchschnitt mehrerer Jahre dürfte sich auf nicht viel mehr als etwa 9,175 Cubikfuſs geläutertes Wasser für den Quadratfuſs Seihefläche, in 24 Stunden, rechnen lassen.

Besonders kam noch in Betracht der Verlust an Druck, welcher beim Durchgange des Wassers durch die Seiheschichten entstand, das heiſst

auf den Unterschied zwischen der wirklichen Druckhöhe und derjenigen, die der Ausflufsgeschwindigkeit entsprach. Dieser Unterschied kann leicht vermittelst einer zurückgebogenen, in den Boden des Gefäfses gesteckten Röhre gefunden werden. Die Höhe, auf welche das Wasser in dieser Röhre emporsteigt, zeigt die Höhe des Drucks auf den Boden, also diejenige an, unter welcher das gereinigte Wasser ausfliefst. Der Unterschied zwischen dieser Höhe und derjenigen des Wassers im Seiher ist die Druckhöhe, welche beim Durchseihen verloren geht.

Man mufs dabei nicht übersehen, dafs die Resultate der Versuche nur dann zuverlässig sein können, wenn man in Einschnitten des Seihers Röhren von 5 bis 6 Linien im Durchmesser anbringt, welche von oben bis in den Raum zwischen dem Boden des Seihers und dem durchlöcherten Boden reichen, der die Seiheschichten trägt, damit die Luft entweichen und zutreten könne, so wie der untere Raum sich füllt, oder leert.

Die Ausflufsöffnung war bei unsern Versuchen conisch; und um die Öffnung genau, mit Rücksicht auf die Zusammenziehung des ausfliefsenden Strahls, zu messen, füllten wir die Seihegefäfse mit Wasser, ehe die Seiheschichten eingelegt wurden. Unter einer Druckhöhe von 21,6 Zoll flossen 5868 Cubikzoll Wasser in 25 Minuten aus, also 3,91 Cubikzoll in der Secunde.

[Hier folgen nun im Original Berechnungen durch Formeln, um zu finden, welcher Theil der vorhandenen Druckhöhe beim Filtriren auf den Durchflufs durch die Seiheschichten verloren gehe, und welche Fläche der Seiheschichten für ein bestimmtes Quantum zu läuternden Wassers nöthig sein dürfte. Die Details dieser Berechnungen können, da letztere offenbar sehr unsicher sind, der Kürze wegen, hier füglich wegbleiben. Die Resultate, welche der Herr Verfasser aus seiner Rechnung findet, sind, dafs der Verlust an Druckhöhe durch das Filtriren bei den Versuchen ein, bis fast zwei Drittheile der vorhandenen Druckhöhe betrug, und dafs, nach der obigen Annahme gerechnet, nemlich, dafs mit einem Quadratfufs Seihefläche in 24 Stunden etwa 9,175 Cubikfufs Wasser geläutert werden können, in den Zeiten, wo das Seinewasser sehr schlammig ist, und angenommen, dafs stets ein Viertel der Seiher wegen der Wechselung und Reinigung unthätig bleiben mufs, etwa 500 Quadratruthen Seihefläche (wahrscheinlich doch für die ganze Stadt Paris) nothwendig sein würden. D. H.]

7.

Nachricht von einem Versuche des Herrn Brunel in London, Brücken ohne Gerüst zu wölben.

Der Gegenstand dieser von dem Architekten Herrn Rohault in den *Annales des ponts et chaussées* im Januar 1835 mitgetheilten Nachricht ist so interessant, daſs dessen Notiz in den gegenwärtigen Blättern wohl eine Stelle finden darf. Wir geben sie wörtlich. Das in Klammern [ ] ohne weitern Beisatz Eingeschlossene ist aus den Figuren des Originals in den Text aufgenommen.

Die gegenwärtige Notiz hat den Zweck, eine Beschreibung des Versuchs einer Brücken-Construction zu geben, welche Herr Brunel in London ausgeführt hat, und von welcher viel gesprochen worden ist. Wir haben Gelegenheit gehabt, dieses Product des Nachdenkens unsers (Frankreichs) berühmten Landsmannes an Ort und Stelle zu zeichnen, und aus seinem Munde die ergänzende Beschreibung dessen zu erhalten, was daran von auſsen nicht sichtbar war. Wir können also die Zuverlässigkeit der Beschreibung der Details, welche wir hier mittheilen, verbürgen.

Fig. 16., 17., 18. und 19. Taf. XI. zeigen diese Construction, welche Herr Brunel unter dem Namen eines Versuchs, ausgeführt hat. Sie besteht aus zwei halben Brückenbogen, welche von Ziegeln, in englischem Wassermörtel, sogenanntem Parkerschen Cement, aufgemauert worden sind. [Fig. 16. ist die Ansicht der beiden Bogen, Fig. 17. der Grundriſs derselben, Fig. 18. eine perspectivische Ansicht, und Fig. 19. ein Durchschnitt durch die Mitte eines Bogens.] Die Dicke des Pfeilers beträgt 4 Fuſs $1\frac{3}{4}$ Zoll Pr. Die beiden Bogen stehen auf dem Pfeiler im Gleichgewicht, wie die beiden Arme eines Krahnes auf seiner Spindel. Die Spannung des einen Bogens [nemlich die Weite auf welche der Bogen vom Pfeiler an ausgekragt ist, D. H.] beträgt 47 Fuſs 9 Zoll, die des andern 35 Fuſs 8 Zoll. Das Gleichgewicht der beiden Bogenhälften ist durch ein an die kleinere Hälfte angehängtes Gewicht von 2328 Ctr. Guſseisen-Blöcke

hergestellt. Die Breite dieses Brückenfragments ist 2 Fuſs 2¾ Zoll, und man ist bei dieser geringen Breite, die übrigens hinreichend war, um die beabsichtigte Constructions-Art zu zeigen, nur der Kostensparung wegen stehen geblieben. [Man sieht aus den Maaſsen, daſs man nicht etwa ein bloſses Modell gemacht, sondern daſs die Probe schon eine ganz ansehnliche Gröſse bekommen hat. D. H.]

[In Fig. 16. ist *ef* die halbe Spannung der Bogen der Waterloo-Brücke, *ac* diejenige der Bogen der Londoner Brücke, und *bd* die halbe Spannung der Brücke in der Straſse St. Pêres.]

Die Brückenbogen haben, wie es die Figuren zeigen, zuerst unten eine, einen Ziegel hohe, eigentliche Wölbung erhalten, und auf diese sind die Ziegelschichten horizontal gelegt worden, welche dann zugleich auch die Bande und die Krönung bilden. Um das Mauerwerk fester zu einer Masse zu verbinden, hat Hr. Brunel je auf zwei Schichten der platten Ziegel, und je 8¾ Zoll von einander, 3 eiserne Schienen von 3 Fuſs 5¾ Zoll lang, beinahe eine Linie dick, und höchstens 2 Linien breit, einlegen lassen. Er glaubt, daſs man statt dieser Eisen auch Schienen aus andern zähen Stoffen, wie dünne Splitter von biegsamem Holze, und selbst Hanfhede (*filasse*) würde nehmen können, wie es vermuthlich bei einigen der groſsen Bierkufen in London geschehen ist. [Wie es scheint, liegen die Schienen horizontal, je in der zweiten horizontalen Fuge der Schichten, und nach der Länge der Bogen. Die Beschreibung ist leider nicht ganz deutlich. Die Stelle heiſst im Original wie folgt. *Pour relier plus solidement cette maçonnerie et n'en faire qu'une seule masse, Mr. Brunel a fait placer, de deux rangs en deux rangs des briques à plat, trois bandelettes en fer de* $1^m,30$ *de longueur et de* $0^m,002$ *d'épaisseur sur* $0^m,04$ *au plus de largeur et à 23 centimètres d'intervalles. etc.* D. H.]

Die beiden Versuchbogen sind, ohne anderer Gerüste oder Unterstützungen sich zu bedienen, als zweier nach der Krümmung der Bogen zugeschnittener Bohlen *CD* und *EF* Fig. 18., von 8 Fuſs 11 Zoll lang, welche an ihrem Ende eine 19 Zoll lange Verschalung *H* von Brettern trugen, aufgemauert worden. Die Bohlen *CD* und *EF* sind mit einander durch Querstücke *G*, *G* verbunden und mittelst zweier Hölzer *L*, *L* mit dem untern, vorspringenden Bogen verbunden worden.

Nachdem der Pfeiler in der Mitte aufgemauert war, haben zwei auf dem Pfeiler stehende Arbeiter zu beiden Seiten Ziegel zu dem untern

Gewölbbogen, durch Cement verbunden, ausgelegt. Nachdem man damit weit genug vorgeschritten, hat man das beschriebene theilweise Gerüst angelegt, und der Arbeiter, auf dem von ihm verfertigten, ihm zum Gerüst dienenden Bogen stehend, hat vor sich, auf die vorspringende Schalung *H* Ziegel zur Fortsetzung des Bogens gelegt. So wie auf diese Weise die Schalung mit Ziegeln belegt war, hat der Maurer jedesmal das hölzerne Gerüst vorgerückt, und so die Wölbung fortgesetzt, während zugleich andere Arbeiter, hinter ihm, die horizontalen Schichten zur Übermauerung gelegt und dadurch das Gewölbe vervollständigt haben.

Es ist immer zu beiden Seiten des Pfeilers gleichmäſsig gearbeitet worden; man hat sich von den Pfeilern in gleichem Maaſse entfernt, um beständig das Gleichgewicht des nach beiden Seiten zugleich vorrückenden Mauerwerks zu bewahren.

Nachdem man an das Ende des kleineren Halbbogens angelangt war, welcher örtlicher Umstände nicht weiter fortgesetzt werden konnte, hat man an das Ende dieses Boges die Gewichte gehängt, um das Gleichgewicht mit dem andern, weiter auskragenden Halbbogen herzustellen.

Herr Brunel ist der Meinung, daſs man, wenn man auf diese Weise eine Brücke bauen wolle, zuerst einen schmalen Bogen, von der Breite dieses Modells, die ganze Ausdehnung der Brücke entlang, spannen müsse. Dieser schmale Bogen würde dann gleichsam zum Gerüst und zur Stütze des übrigen Bogens dienen. Man könne dann die Ziegel nach der Seite auslegen, auf dieselbe Weise, wie es der Länge nach geschehen, und so könne man allmählig den schmalen Brückensteg bis auf die der eigentlichen Brücke bestimmte Breite erweitern.

Er meint, daſs man auf solche Weise die Waterloo-, die Londoner- und die Chester-Brücke, letztere von 191 Fuſs Bogenspannung, hätte bauen können; und daſs sich selbst Bogen von 290 Fuſs, und von noch gröſseren Spannungen, so ausführen lassen würden.

Diese Bauart, ohne Gerüste und Unterstützung beim Wölben, würde in der That die Schiffahrt nicht unterbrechen, und, auf die Dauer gerechnet, eine groſse Kosten-Ersparniſs gewähren. Eine Menge antiker Bauwerke, bloſs aus Ziegeln, beweiset die Dauer von dergleichen Mauerwerk.

Solche Brücken würden auch mit groſsem Vortheile die eisernen Brücken ersetzen, welche man baut, um mit den mindesten Kosten einen be-

stimmten Raum zu überspannen, die aber, weder rücksichtlich der Dauer, noch als Monumente betrachtet, den Brücken von Ziegeln gleich kommen.

Herr Brunel schlägt vor, die Ziegel mit römischem Cemente zu betünchen. Wir sind indessen der Meinung, dafs es, statt auf diese Weise die Constructionsart zu verstecken, um glauben zu machen, die Brücke sei aus einem einzigen Stücke Stein verfertigt, besser sei, einem Bauwerke seinen ihm eigenthümlichen Character nicht zu nehmen, sondern, auch hier, die Brückenbogen von Ziegeln und Cement die Materialien offen zeigen zu lassen, aus welchen das eben so einfache als kühne Werk entstanden ist.

[Unleugbar ist wohl diese Art, Brücken zu bauen, ungemein gewagt; und wenn nicht der Versuch, der gegenwärtigen Beschreibung zufolge, schon in ziemlich grofsem Maafsstabe wirklich gelungen wäre, so möchte man im voraus wohl schwerlich an die Möglichkeit des Gelingens glauben. Herrn Brunel, der auch den Tunnel in London, unter die Themse hindurch, gewagt hat, scheint es vorbehalten gewesen zu sein, auch dieses Wagstück zu bestehen. Gegenseits ist aber auch nicht zu leugnen, dafs es sich mit dem Wagnifs bei dieser Bauart gleichsam nur umgekehrt verhält, wie bei Ketten- und Draht-Brücken. Das Wagnifs bei der Brunelschen Bauart findet nur beim Bau selbst Statt, so lange, bis der Bogen, oder auch nur der erste schmale Steg, vollendet worden: ist erst der Bogen geschlossen, so ist die Haltbarkeit sicher. Den Ketten- und Draht-Brücken dagegen, von welchen der Bau selbst keine Gefahr hat, bleibt das Wagnifs und die Gefahr, so lange sie da sind, und nimmt mit der Zeit zu. Jeder Fehler im Eisen, dergleichen auch mit der Zeit, z. B. durch starken Frost, entstehen können, kann Anlafs und Ursach zum Einbruch der Brücke werden. So also dürfte, vergleichungsweise, die Brunelsche Construction, wenn sie anders auch für gröfsere Spannungen noch ausführbar sich zeigen sollte, wenigstens vor den Ketten- und Draht-Brücken, da, wo Höhe genug für die Wölbung vorhanden ist, immer noch den Vorzug haben. Übrigens würde sich die Gefahr bei der Ausführung Brunelscher Brücken durch ein festes Gerüst, wenigstens unter dem ersten schmalen Steg, jedenfalls entfernen lassen. D. H.]

8.
Reynolds neue Eisenbahnschienen.

Diese in dem Junihefte 1836 des Londoner Railway-Magazine von ihrem Erfinder beschriebenen Eisenbahnschienen scheinen dem Herausgeber des gegenwärtigen Journals so ungemein interessant, und, wenn anders noch mehrere und längere Erfahrungen, als sie schon für sich haben, ihre Dienlichkeit und Dauer bestätigen, eine so bedeutende Vervollkommnung der Eisenbahnen zu gewähren, dafs der Herausgeber sich beeilt, die Beschreibung der neuen Schienen, so wie ihr Erfinder sie giebt, wörtlich übersetzt, mit den zugehörigen Abbildungen, den Lesern des gegenwärtigen Journals mitzutheilen. Maafs, Gewicht und Geld sind, wie in den gegenwärtigen Blättern üblich, auf Preufsische reducirt worden.

Schreiben des Herrn Reynolds an den Herausgeber des Londoner Railway-Magazine, Herrn J. Herapath.

Mein Herr.

Da die Zweckmäfsigkeit der neuen Bauart von Eisenbahnen, auf welche ich kürzlich ein Patent erlangt habe, durch Versuche auf der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester bestätigt worden ist, so wünsche ich, dafs diese Bauart, weiter als bis hier geschehen, zur Kenntnifs und Erwägung Derer, welche sie interessiren kann, gebracht werde. Dieses würde besonders gut durch das Railway-Magazine geschehen, wenn Sie, mein Herr, die Güte haben wollten, die nachfolgende Notiz darüber in Ihre Blätter aufzunehmen.

Ich will zuerst das Princip und die Art der Construction beschreiben, und darauf die Vortheile nachweisen, welche nach meiner Meinung die neue Bauart gewähren dürfte.

Die Absicht bei meiner Bauart ist: durch gufseiserne Träger eine continuirliche, und in allen ihren Puncten gleich fest unterstützte Bahn zu bilden, die in ihrer ganzen Länge auf und in dem Boden ruht, und für

welche die Träger so fest mit einander verbunden sind, daſs sie, weder in den Stöſsen, noch zwischen denselben sich biegen können. Die Schienen sind entweder mit den Trägern verbunden gegossen, und machen also einen Theil davon aus, oder sie bestehen aus besonderen, auf den Trägern befestigten Stangen von gewalztem oder gegossenem Eisen.

Die Figuren 1., 2., 3. und 4. Taf. XII. sind Grundrisse und Durchschnitte einzelner Theile verbundener Träger und Schienen, von der Art, wie sie auf der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester gelegt worden sind. Fig. 1. zeigt in *a*, *a*, wie das dünnere Ende eines Trägers auf dem erweiterten Ende oder dem Sattel des anstoſsenden Trägers ruht. Dazwischen befindet sich Loth (*solder*), oder eine andere Ausfüllung (*packing*). Fig. 4. zeigt, wie die Enden zusammenstoſsender Träger vermittelst Schraubenbolzen mit einander verbunden sind. Die auf solche Weise verbundenen Träger bilden ein völlig festes Continuum, dessen Theilen keine einzelne Bewegung gestattet ist, auſser derjenigen, welche wegen der Ausdehnung und Zusammenziehung des Eisens Statt findet, und welcher dadurch Raum gegeben wird, daſs die Bolzenlöcher einen etwas gröſsern Durchmesser haben, als die Bolzen. Die Ausdehnung und Zusammenziehung des Eisens ist indessen hier etwas geringer, als bei den gewöhnlichen Schienen, weil die Träger unmittelbar auf und in dem Erdboden liegen, und also mehr die durchschnittliche Temperatur des Bodens bewahren.

In Fig. 3. sind *c*, *c* die für die Ausfüllung rund um die Röhre gelassenen Räume. Die Ausfüllung umgiebt dieselbe und wird an jede vermittelst eines besonderen Ringes (*band*) befestigt. Die Träger werden $8\frac{3}{4}$ bis $11\frac{1}{2}$ Fuſs (9 bis 12 Fuſs Engl.) lang gegossen, und wiegen nahe an 50 Pfund der laufende Fuſs (der Yard 150 Pfd. Engl.). Die Erfahrung hat indessen gezeigt, daſs sie auch schon von beträchtlich geringerem Gewicht zureichende Stärke und Festigkeit haben würden.

Fig. 7. ist der Durchschnitt guſseiserner Träger, oder Rinnen, worin hölzerne Schwellen liegen, auf welche Schienen von gewalztem Eisen befestigt sind. Diese Träger werden auf dieselbe Weise, wie Fig. 1. es zeigt, vermittelst Bolzen mit einander verbunden. Sie wiegen etwa 33 Pfd. und die gewalzten Schienen etwa $13\frac{1}{4}$ Pfd. der laufende Fuſs. An Holz ist etwa $\frac{1}{9}$ Cubikfuſs auf den laufenden Fuſs erforderlich.

Fig. 8. zeigt eine andere Art der Verbindung von guſseisernen mit hölzernen Trägern und mit gewalzten Schienen. Diese Träger wiegen etwa

$23\frac{1}{4}$ und die gewalzten Schienen etwa $9\frac{1}{4}$ Pfund der laufende Fufs. [Wie die letztern auf das Holz befestigt werden sollen, ist nicht angegeben. D. H.]

Fig. 9. stellt eine andere Art ganz gufseiserner Träger und Schienen vor. Sie wiegen nur etwa 28 Pfund der laufende Fufs. Da hier keine regelmäfsige Röhre beabsichtigt wird, so braucht das Herz nach dem Gufs nicht herausgezogen zu werden, und kann deshalb blofs aus Stücken getrockneten Lehms von angemessener Länge bestehen, wodurch die Erhöhung der Kosten, welche der hohle Gufs verursacht, vermindert wird. [Diese Art dürfte auch wohl deshalb besser sein, als die Fig. 1., weil die Träger durch die Verlängerung nach unten wenigstens einigermafsen in den Steinschlag befestigt werden. Die Verbindung der einzelnen Träger mit einander ist hier nicht angegeben. D. H.]

Fig. 6. macht vorstellig, wie sich die Ausgrabung und der Steinschlag durch das Wegbleiben der Schienentragsteine vermindert.

[Wir wollen hier sogleich noch diejenigen zusätzlichen Erläuterungen einschalten, welche im Original den Figuren beigeschrieben sind.

Bei Fig. 1. steht: Grundrifs der Enden zweier zusammenstofsender Schienen, nach einem Viertheil der wirklichen Gröfse.

Bei Fig. 2. Querdurchschnitt einer Schiene zwischen zwei Stöfsen.

Bei Fig. 3. Längendurchschnitt eines Stofses.

Bei Fig. 4. Querdurchschnitt eines Stofses, an der Stelle der Schraubenbolzen.

Bei Fig. 5. Grundrifs einer 9 Fufs langen Schiene, im zwölften Theile der wirklichen Gröfse.

Bei Fig. 6. Vorstellung des Einschnittes und des Steinschlages für die Träger, in Vergleichung mit denjenigen für Schienentragesteine. *AB* Boden des Steinschlages für die gegenwärtigen Träger. *CD* Boden gewöhnlicher Schienentragesteine. *EF* Boden des Steinschlages bei der Eisenbahn zwischen London und Birmingham. *GH* desgleichen bei der Grand-Junction-Eisenbahn, im Zwölftel der wirklichen Gröfse.

Bei Fig. 7. Querdurchschnitt eines Trägers mit hölzerner Schwelle und gewalzter Schiene.

Bei Fig. 8. Veränderung von Fig. 7.

Bei Fig. 9. Veränderung von Fig. 2.

In Fig. 7., 8., 9. bezeichnet *W* gewalztes, *C* gegossenes Eisen, *T* Holz und *G* Steinschlag.

Auch mit diesen zusätzlichen Erläuterungen sind zwar Zeichnungen und Beschreibung noch nicht ganz deutlich, besonders nicht rücksichtlich dessen, was die Verbindung der Träger mit einander betrifft: indessen ist das Gegebene doch hinreichend, um in der Hauptsache einen Begriff von dem Gegenstande zu gewähren. D. H.]

Die mechanischen Vorzüge der neuen Constructionsart vor der gewöhnlichen werden sich am besten zeigen, wenn man die Übelstände der gewöhnlichen Art durchgeht, wie folgt.

Erstlich. Bei den gewöhnlichen Schienen wechseln starre und fest unterstützte Stellen mit biegsamen Strecken ab. Die Folge davon ist, daſs die auf den Schienen entlang rollenden Fuhrwerke immerfort hinauf und hinab getrieben werden, und dies 5 bis 600 Mal in der Minute; was eine ununterbrochene Reihe von fortwährenden Stöſsen verursacht.

Zweitens. Da die Unterstützungen von einander unabhängig sind, so ist es unmöglich, sie auf einer und derselben Höhe zu erhalten. Es werden stets Unterschiede in der Festigkeit des Bodens Statt finden; auch werden dergleichen Unterschiede durch diejenige Verschiedenheit der Festigkeit entstehen, bis zu welcher die Arbeiter den Steinschlag gebracht haben. Kleine Abweichungen der Schienen heben aber schon die absolute Gleichheit des Drucks und des Stoſses auf die Tragesteine auf. So wie nun ein Tragestein, sei es auch noch so wenig, tiefer eingedrückt worden ist, als seine Nachbaren, muſs eines von beiden erfolgen: entweder die Schiene bleibt hinuntergebogen stehen, oder sie löset sich, wieder aufschnellend, aus dem Schienenstuhl los, zieht den Schienenstuhl vom Stein ab, oder hebt den Stein selbst mit in die Höhe.

Drittens. Die Schienen und Schienenstühle bilden eine Reihe von Hebeln und Stützpuncten, deren Wirkung und Gegenwirkung mit einer dauernden Standfestigkeit unverträglich ist. Und je fester die Steine stehen: je heftiger wird die Wirkung auf das Eisenwerk sein, welches sie tragen.

Allen diesen Übelständen ist es obendrein eigen, daſs sie fortschreitend sich vergröſsern müssen. Und hievon rühren denn auch die groſsen Kosten her, welche die Erhaltung der Bahn und der Fuhrwerke erfordert. Sie finden bei der neuen Constructionsart nicht Statt. Sind hier die Träger oder Schienen zusammengeschraubt, so können sie ihre Lage gegen einander nicht mehr ändern. Es kann also auf diese Weise unter allen Umständen eine dauernd feste und ganz gleiche Bahn erlangt werden,

ausgenommen etwa, wenn der Boden längs aus nachgäbe; was aber auch jede andere Eisenbahn zerstört. Um denjenigen Senkungen zu folgen, die etwa aus dem Setzen des Dammes und dergleichen entstehen, haben übrigens die verbundenen Träger noch immer Biegsamkeit genug.

Um den Boden für die Schienen zu bilden, und ihm überall gleiche Festigkeit zu geben, muſs derselbe gewalzt und gestampft werden. Alle Theile der Träger werden dann gleich kräftig getragen werden, weil die Steine, oder der Macadamsche Steinschlag, der ganzen Länge nach, unter der Ramme oder der Walze gleiche Festigkeit erlangen. Die Festigkeit der Unterstützung, welche auf diese Weise den Trägern verschafft wird, ist viel gröſser, als es beim ersten Anblick scheinen möchte. Denn wenn die Träger auf den Steinen gleich stark, vertical und horizontal gedrückt werden, so steht die mittlere Richtung des Drucks auf ihren Seiten perpendiculair, und folglich nimmt dann die Breite des den Druck tragenden Bodens im Verhältniſs der Tiefe unter den Trägern zu. Jeder horizontale Druck der Wagenräder auf die Schienen ist aber mit einem viel stärkern senkrechten Druck verbunden: also neigt sich die mittlere Richtung des Drucks mehr gegen das Loth als gegen das Perpendikel auf die Seiten der Träger; und folglich setzt der Boden, da die Träger eine continuirliche Stange bilden, auch einen viel gröſsern Widerstand nach der Seite entgegen, als ihn einzelne Schienentragesteine zu gewähren vermögen.

Wenn man erwägen will, daſs auf einer gewöhnlichen Chaussée etwa 10 Ctr., die ein einzelnes Wagenrad trägt, auf drei oder vier Quadratzoll Grundfläche wirken: so wird man es klar finden, daſs hier die Träger durch mehrere hundert Quadratzoll Fläche, von der nemlichen Festigkeit, wie die der Fläche der Chaussée, gewiſs mehr als hinlänglich stark werden unterstüzt werden. [Auch findet noch der Unterschied Statt, daſs das Rad auf der Chaussée, welches von den wenigen Quadratzollen Fläche getragen werden muſs, in Bewegung ist, und also die Fläche stöſst und schlägt, während gegentheils hier die Träger still liegen, und die viel gröſsere Fläche bloſs gedrückt wird. D. H.] Es läſst sich also denken, daſs Träger von der Form Fig. 8. und 9. eine vollkommen stabile Eisenbahn geben werden; was auch sehr bald die Erfahrung bestätigen wird.

Der Herr Prof. Barlow hat in seinem zweiten Bericht an die Gesellschaft der Eisenbahn zwischen London und Birmingham gezeigt,

dafs die Einbiegung der Eisenschienen wesentlich den Widerstand der Fuhrwerke gegen die Zugkraft vergröfsert. Diese Vermehrung der Zugkraft findet nicht Statt auf Schienenträgern, welche nicht nachgeben. Auch sind diese Träger viel gröfsere Lasten zu tragen vermögend, als Schienen, die nur von Stelle zu Stelle unterstützt sind. Es werden sich also die Kessel der Dampfwagen gröfser machen lassen, und es wird sich eine gröfsere Quantität Dampf erzeugen lassen, ohne jene grofse Verstärkung der Hitze, die bei kleinen Kesseln unvermeidlich ist.

Man hat eingewendet, dafs gufseiserne Schienen viel schneller abgenutzt werden, als gewalzte. Dieser Einwand kann, glaube ich, nur auf Räder und Schienen von weichem Gufs (*soft iron*) bezogen werden. Der harte, zweite Gufs (*hard or „bright forge"*) ist stärker, zugleich wohlfeiler, und weniger dem Abreiben unterworfen, als selbst gewalztes Eisen. Ich beziehe mich in diesem Punct auf die Abhandlung in No. 2. des Railway-Magazine pag. 61. (welche, fügt der Herausgeber des R. M. hinzu, von einem sehr unterrichteten und practisch erfahrenen Manne herrührt).

Ich habe nun auch auf den Kostenpunct bei der neuen Constructionsart aufmerksam zu machen. Da es dabei auf Vergleichungen ankommt, so kann ich hier nur im Allgemeinen darüber sprechen, bereite mich aber vor, Folgendes auch im Detail nachzuweisen.

Erstlich. An Ausgrabung würden, z. B. bei der Eisenbahn zwischen London und Birmingham, im Durchschnitt 12000 Schachtruthen, und an Steinschlag etwa 4000 Schachtruthen auf die Meile gespart werden. Anderwärts mehr oder weniger, nach Verhältnifs der Einschnitte. Fig. 6. macht die Ersparung anschaulich. Der Ausgrabung der Dammkrone mufs die Tiefe der Seitenbanketts entsprechen.

Zweitens. An den Kosten der Materialien und des Legens der Schienen kann die Ersparung 3 bis 30 Tausend Thaler auf die Meile betragen, je nachdem diese oder jene von den beschriebenen Constructionsarten befolgt wird, und dieselbe mit dieser oder jener gewöhnlichen Art zu vergleichen ist. Durch ein Verfahren, welches sich hier nicht näher angeben läfst, werden unsere Träger oder Schienen bei weitem leichter und schneller sich legen lassen, als Schienen auf Tragesteinen.

Die Ersparung an den Erhaltungskosten der Bahn kann freilich erst die Erfahrung ergeben. Aber wegen der grofsen, passiven Stabilität der Construction ist schwer einzusehen, wie andere Beschädigungen entstehen

sollten, als durch Nachgeben und Setzen des Bodens; und in diesem Falle können die Schienen blofs durch Einstampfen von neuen Steinen unter und gegen die Träger, ohne dieselben auseinander zu nehmen, wieder gehoben werden; oder es kann durch dazu eingerichtete, zusammenpressende, von Pferden oder von Maschinen gezogene Walzen geschehen; wovon die Kosten gering sind, im Vergleich mit denen, welche das Ausgraben des Bodens rund um die Schienentragesteine, und das Eintreiben von Steinen horizontal unter die Steine, wo es nöthig ist, verursacht. Legt man hölzerne Träger, so kann ihnen durch Kochen in Theer oder Terpentin, oder durch Herrn Kyans Verfahren, mehrere Dauer gegeben werden.

Viertens. An den Erhaltungskosten der Dampfwagen und Bahnfuhrwerke wird im Verhältnifs der Vervollkommnung der Bahn ebenfalls gespart werden.

Im December des vorigen Jahres sind einige Schienen von der Art Fig. 1. in der Hauptbahn der Strafse zwischen Liverpool und Manchester gelegt worden. Sie sind bis jetzt vollkommen fest, grade und horizontal geblieben, ohne irgend eine Nachbesserung. Dieser Versuch wurde zwar für die Haltbarkeit der Constructionsart auf festem Boden als entscheidend anerkannt; aber es wurde von einigen Directoren noch in Frage gestellt, ob die Schienen auch wohl auf unfestem Grunde haltbar sein möchten, und sie verlangten, dafs einige derselben auch auf den Katzensumpf gelegt werden möchten, welches dann die stärkste Probe sein würde, die man machen könne. (Der Herr Herausgeber des R. M. bemerkt hiezu. „Wir sind mit den Herren Directoren einverstanden, dafs dies ein *experimentum crucis* sein wird, und der Erfolg wird so deutlich zu Jedem sprechen, dafs Niemand mehr wird widersprechen wollen. Nach dem was wir von den Modellen und dem Übrigen gesehen haben, glauben wir, dafs unser sinnreicher Herr Correspondent wenig zu befürchten hat.") Es wurden, also vor 6 Wochen etwa 11 Ruthen lang von unsern Schienen auf eine der weichsten Stellen des Sumpfes gelegt. Der Versuch hat gänzlich meiner Erwartung entsprochen. Die Schienen fahren fort, sich vollkommen fest und horizontal zu beweisen, und haben, seit sie gelegt worden sind, nicht der geringsten Ausbesserung oder Nachhülfe bedurft. Ihre Stabilität contrastirt gar sehr gegen die anstofsenden gewalzten, auf den hölzernen Trägern liegenden Schienen. In der That: wenn man die Steifigkeit der

Träger und ihre Unbeugsamkeit, auch in den Stöfsen, erwägt, so sieht man offenbar, dafs sie entweder, auf der Oberfläche des Sumpfes, der Beugung in eine wellenförmige oder gezahnte Linie durch die Wirkung der Dampfwagen und Wagenzüge widerstehen, oder dafs sie, falls die darauf drückenden Lasten ihnen solche Wellen oder Zahnungen zu geben vermögen sollten, wie sie die Schienenbahn auf dem Sumpfe hat, in kurze Stücke zerbrechen müssen.

Ich will noch erwähnen, dafs die hier beschriebenen Constructionsarten auch Mittel gewähren dürften, die Wagenzüge zu verhindern, von den Schienen herunter zu rollen; welche Mittel unter allen Umständen anwendbar sein würden. Da ich indessen schon so viel Raum in Ihren Blättern in Anspruch genommen habe, so will ich diesen Gegenstand erst ein andermal weiter verfolgen.

Modelle der Schienen und Träger sind bei meinen Geschäftsführern, den Herren Rowland und Young, White Lion Court, Cornhill zu sehen.

Mit der Versicherung, dafs ich über das, worin ich mich etwa getäuscht haben sollte, Berichtigungen und Belehrungen dankbar annehmen werde, bin ich

Ihr

gehorsamster

J. Reynolds.

White Lion Court, Cornhill.

London, im Mai 1836.

[Die oben im Text beschriebene Erfahrung auf der Liverpooler Bahn läfst zwar keinen Zweifel übrig, dafs die hier beschriebenen Schienen wirklich hinreichende Stabilität haben. Ohne jene Erfahrung würde es noch scheinen, dafs die Schienen, ohne alle Befestigung an oder in den Boden, durch das blofse Aufliegen ihrer Seitenflächen auf die zerschlagenen Steine, nicht fest genug liegen könnten, und dafs sie durch den, öfters recht starken Seitendruck müfsten umgekantet werden. Was ihnen vorzüglich das feste Lager giebt, ist wohl, dafs sie fortlaufende, sehr lange, feste Stangen bilden, die allerdings nicht, selbst nicht durch einen sehr starken Seitendruck, umgeworfen werden können. Es fragt sich nun nur noch, ob nicht der Umstand, dafs die Räume oben auf den Trägern,

an den Seiten der eigentlichen Schienen, bald mit Erde und Koth sich füllen werden, dessen Wegschaffung dann wenigstens lästig, so wie die Aufsicht darauf miſslich sein würde, wesentliche Nachtheile habe; desgleichen, ob nicht das Eindringen des Wassers, und selbst von Steinchen und Koth zwischen die Seiten der Träger und den Steinschlag, auf welchem jene ruhen, und welches ohne Zweifel erfolgen wird, da die Träger doch gewiſs durch die Wagen mehr oder weniger gerüttelt werden, schädlich sein werde. Auch fragt es sich, wie das Regenwasser und die Nässe von Schnee und Eis vom Damme, unter die Schienen hindurch, ohne Nachtheile für die Festigkeit der Fundamentirung vollständig abzuleiten sei. Lassen sich alle hieraus folgenden Bedenken heben, so scheint es fast unzweifelhaft, daſs die hier beschriebene Art von Eisenbahnen, besonders dann, wenn man sonst die eigentlichen Schienen, worauf die Wagenräder rollen, nicht von gewalztem, sondern von gegossenem Eisen machen will, vor der sonst gewöhnlichen Art, in Rücksicht der Festigkeit und Dauer, und auch der Wohlfeilheit, wirklich bedeutende Vorzüge habe. D. H.]

9.

Practische Abhandlung über Dampfwagen auf Eisenbahnen.

(Vom Herrn Chev. *F. M. G. de Pambour.*)

(Fortsetzung von No. 3. des vorigen Hefts.)

---

§. 24.

Versuche über die Spannung der Dämpfe in Dampfwagen.

Da diese Versuche zur Erläuterung der obigen Bemerkungen gereichen, und die Wirkung der Ventile näher zeigen, auch den weiter unten folgenden Rechnungen über Dampfwagen zur Grundlage dienen, so geben wir von denselben folgende nähere Nachricht.

I. *Der Atlas.* Das Ventil hat 2 Zoll 5 Linien im Durchmesser, oben 2 Zoll 7,8 Linien. Es ist, nach Fig. 22., in seiner halben Dicke conisch. Die Hebel haben das Verhältniſs 1 zu 5. Ein zweites Sicherheits-Verhältniſs ist vorhanden, aber so stark gespannt, daſs es bei keinem Versuche sich hob.

Die Maschine wurde am 15. Juli, 31. Juli und 6. August 1834 unter die Quecksilberwage gebracht und gab folgende correspondirende Resultate.

Spannung auf den Quadratzoll.

No. I.		No. II.		No. III.	
Nach der Federwage	Nach der Quecksilberwage.	Nach der Federwage	Nach der Quecksilberwage.	Nach der Federwage.	Nach der Quecksilberwage.
0 Pfd.	4,16 Pfd.	20,78 Pfd.	25,39 Pfd.	52,59 Pfd.	55,41 Pfd.
10,26 -	15,65 -	21,03 -	25,91 -	52,85 -	55,93 -
11,28 -	15,90 -	22,60 -	26,42 -	53,10 -	56,44 -
20,52 -	26,16 -	23,60 -	26,93 -	53,36 -	56,44 -
20,78 -	26,42 -	24,37 -	27,70 -	53,87 -	56,95 -
21,29 -	26,93 -	25,65 -	28,99 -		
23,08 -	28,22 -	30,79 -	34,38 -		
		31,05 -	35,41 -		
		31,30 -	35,92 -		
		33,87 -	38,49 -		
		34,12 -	39,00 -		

Bei den Versuchen No. I. wurde die Spannung an der Federwage in dem Moment angemerkt, ehe noch das Ventil sich hob, oder doch, nachdem es so wenig als möglich sich gehoben hatte, also noch keinen Dampf ausströmen liefs. Zu diesem Ende wurde die Maschine unter die Wage gebracht, nachdem sie ihr Tagewerk vollendet hatte, zu der Zeit, wo das Feuer schnell abnahm, also auch der Druck, und allmälig das Blasen das Ventils, bis dieses gänzlich aufhörte. So wie der Druck, den die Quecksilberwage zeigte, abnahm, wurde die Schraube der Wage gelüftet, um auch noch die geringeren Spannungen messen zu können.

Der der Null an der Wage entsprechende Grad konnte nicht gemessen werden. Die Wage zeigte schon ein wenig unter Null, als der Zeiger auf 4,16 Pfund stand.

Die Versuche No. II. wurden mit der Maschine zu der Zeit angestellt, wo, nachdem die Schraube der Wage gelüftet worden war, die Dampfspannung nur noch 20,5 Pfd. auf den Quadratzoll betrug. Das Feuer wurde darauf angeschürt und die Schraube allmälig angezogen. Dadurch wurden die angezeigten Grade hervorgebracht, und es wurden die correspondirenden Grade der Quecksilberwage notirt. Bei den Versuchen No. I. blieb das Ventil ungehoben. Bei dem No. II. dagegen nahm der Druck des Dampfes so schnell zu, dafs er fortwährend das Ventil hob, so dafs alle Grade für ein blasendes Ventil zu verstehen sind. Indessen wurde diese Schraube immer in dem Maafse beim Zunehmen der Spannung angezogen, dafs die Ausströmung des Dampfes nie beträchtlich war, und nicht über 1 bis 2 Pfund Druck an der Federwage betragen konnte.

Bei den Versuchen No. III. war die Maschine in ihrem gewöhnlichen Wirkungszustande. Die Federwage zeigte nemlich 51,3 Pfund Druck, so wie das Ventil, durch einen Druck mit der Hand auf den Hebel, geschlossen war, und hob sich, so wie der Dampf ausströmte und die Kraft zum Heben des Ventils hatte. Wenn man die Schraube nicht in dem Verhältnifs anzog, wie der Druck zunahm, wurde das Ventil höher gehoben, als in irgend einem der vorigen Fälle.

Man sieht, dafs bei den Versuchen No. I. der Druck durch die Quecksilberwage etwa um 5 Pfund höher angezeigt wurde, als durch die Federwage; bei den Versuchen No. II. etwa nur um 4 Pfund; und bei den Versuchen No. III. etwa um 3 Pfund.

Diese Unterschiede erklären sich nun leicht aus den obigen Bemerkungen.

Der Wagehebel drückte nemlich durch sein Gewicht auf das Ventil mit 7,26 Pfund; die Ventilscheibe wog 0,63 Pfund; was zusammen 7,89 Pfund Druck auf das Ventil giebt. Das Gewicht der Stange und der Feder der Wage betrug 2,66 Pfd., was für das Verhältnifs der Hebelsarme, von 1 zu 5, noch eine Wirkung von 13,3 Pfd. auf das Ventil giebt, so dafs also der gesammte Druck auf das Ventil von Seiten der Wage 7,89 + 13,3 = 21,19 Pfd. betrug. Nun betrug die Fläche des Ventils 4,63 Quadratzoll: also kommt für den Druck auf den Quadratzoll Ventilfläche $\frac{21,19}{4,63}$ = 4,58 Pfund, so dafs der Druck auf das Ventil 4 bis 5 Pfund mehr beträgt, als die Federwage angiebt.

Hiebei ist angenommen, dafs sich das Ventil nicht hob, so dafs also, wie oben geschehen, die untere Fläche desselben in Rechnung gebracht werden mufste. So wie nun aber das Ventil gehoben wird, wird seine Fläche gröfser, und es erklärt sich daraus, warum durch ein mäfsiges Blasen des Ventils der Unterschied der Angaben der beiden Wagen von 5 auf 4 Pfund, und bei starkem Blasen, bis auf 3 Pfund sich verminderte. Macht man z. B. die Rechnung für das Gewicht von 50,32 Pfund, welches die Federwage anzeigte, so erhält man (50,32 + 2,66) . 5 = 264,9 Pfund für die Wirkung des an das Ende des Hebels angehängten Gewichts, mit Einschlufs desjenigen der Stange und der Feder der Wage. Dazu 7,89 Pfd. Druck des Hebel- und Ventilgewichts: thut zusammen 272,79 Pfund Druck auf das Ventil. Dieses durch 4,63 Quadratzoll Fläche des Ventils dividirt, giebt 58,92 Pfund Druck auf den Quadratzoll. In der Wirklichkeit war der Druck auf den Quadratzoll, der Quecksilberwage zufolge, nur 56,44 Pfd. Also mufste die Fläche des gehobenen Ventils von 4,63 auf 4,84 Quadratzoll, mithin sein Durchmesser von 2,43 auf 2,47 Zoll zugenommen haben. So war also eine Zunahme des Ventil-Durchmessers von 0,04 Zoll hinlänglich gewesen, um schon eine Differenz von etwa 25 Pfund hervorzubringen. Die Wirkung des Blasens des Ventils ist daher, wie man sieht, bedeutend. Sie kann lediglich durch die Quecksilberwage, und auf keine Weise an den Maschinentheilen gemessen werden.

II. *Die Vesta.* Der Durchmesser des Ventils ist 2,43 Zoll. Das Verhältnifs der Arme des 2,91 Fufs langen Hebels ist 1 zu 12. Ein zwei-

tes Ventil, von gleichem Durchmesser wie das erste, hat einen Hebel von 1,46 Fuſs lang, dessen Arme in dem Verhältniſs 1 zu 6 sind. Es zeigt 48,4 Pfund Druck an der Wage, und läſst, zugleich mit dem ersten Ventile, den Dampf ausströmen, ist aber so schwer zu bewegen, daſs 5 Pfund mehr Druck an der Quecksilberwage es noch nicht heben. Die Maschine wurde am 28. Juli und 5. August 1834 unter die Quecksilberwage gebracht, auf dieselbe Weise wie der *Atlas*, und die Resultate waren folgende.

No. I.		No. II.	
Angabe der Federwage.	Spannung auf den Quadratzoll, nach der Quecksilberwage.	Angabe der Federwage.	Spannung auf den Quadratzoll, nach der Quecksilberwage.
8,32 Pfd.	24,62 Pfd.	19,36 Pfd.	Das Ventil hob sich.
8,71 -	25,14 -	20,33 -	51,31 Pfd.
9,19 -	26,68 -	20,57 -	52,34 -
9,68 -	27,70 -	20,81 -	53,36 -
9,91 -	28,73 -	21,30 -	54,64 -
10,15 -	29,76 -	21,54 -	55,41 -
10,39 -	30,79 -	21,78 -	56,44 -
11,61 -	32,33 -		
11,85 -	32 84 -		
12,09 -	33,87 -		
12,33 -	34,89 -		
12,82 -	35,92 -		
13,06 -	36,95 -		
13,30 -	37,97 -		
13,54 -	39,00 -		

Bei den Versuchen No. I. wurde die Schraube der Wage allmälig so angezogen, daſs das Ventil möglichst ungehoben erhalten wurde, und wenig blies.

Bei den Versuchen No. II. wurde die Quecksilberwage angesetzt, als die Maschine sich in ihrem gewöhnlichen Wirkungszustande befand, die Federwage 20,5 zeigte, und der Hebel angedrückt wurde, um das Ventil zu schlieſsen. Die beobachteten Grade sind diejenigen, bei welchen das Ventil anfing, sich zu heben, nemlich bei 20,5.

Da die Arme des Ventilhebels dieser Maschine sich wie 1 zu 12 verhalten, so bringt ein Gewicht am Ende des Hebels einen 12 mal so groſsen Druck auf das Ventil hervor. Die Fläche des Ventils ist 4,63 Quadratzoll. Multiplicirt man daher die Angaben der Federwage mit 12, und

dividirt die Producte durch 4,63, so findet man den Druck, den die Federwage angiebt, auf den Quadratzoll. Diese Berechnung ist in der Regel ausreichend.

Vergleicht man die Resultate mit den Angaben der Quecksilberwage in den Versuchen No. I., so findet sich, dafs sie immer 3 bis 4 Pfund weniger geben; was also von der Wirkung des Gewichts der Theile der Wage herrühren mufs.

Der Druck des Hebelgewichts auf das Ventil ist 14,53 Pfund. Die Ventilklappe wiegt 0,59 Pfund. Die Wage ist hier nicht in der sonst gewöhnlichen Lage, sondern umgekehrt angebracht, nemlich so, dafs der Hebel, anstatt der Stange der Wage, blofs ihren Fufs trägt. Derselbe wiegt 0,24 Pfund, und wirkt also auf das Ventil mit $12.0,24 = 2,88$ Pfund Kraft. Der gesammte Druck auf das Ventil ist daher $14,53 + 0,59 + 2,88 = 18$ Pfund. Dieser Druck, durch die Fläche des Ventils dividirt, giebt 3,9 Pfund für den Quadratzoll; welches die Rechnung für den Fall, dafs das Ventil nicht gehoben wird, bestätigt.

In dem Falle des gehobenen Ventils, bei den Versuchen No. II., zeigt sich, dafs der wirkliche Druck geringer ist, als er mit einem für 4 bis 5 Pfund liegen bleibenden Ventil sein würde. Die Differenz kann nur durch die Quecksilberwage gefunden werden. Berechnete man in diesem Falle die Spannung auf dieselbe Weise, wie, wenn das Ventil nicht gehoben wird, d. h.: dividirte man den gesammten Druck mit 4,63 Quadratzoll Fläche des Ventils, so würde man etwa 4 Pfund zu viel finden. Hier trifft es sich also, dafs, wenn das Ventil beträchtlich gehoben wird, die das Blasen desselben betreffenden Reductionen zuletzt die Zulage, welche für das Gewicht des Hebels, der Ventilklappe und der Stange der Wage gemacht werden mufs, compensiren.

Diese Beispiele zeigen, wie unrichtig Berechnungen der Kraft oder der Wirkung von Maschinen sein können, wenn man die wirkliche Spannung der Dämpfe nicht manometrisch gemessen hat. Gleichwohl findet man, wie schon bemerkt, nur erst allein auf der Liverpooler Bahn eine Quecksilberwage.

III. Die *Firefly*. Das Ventil hat unten 2,43 Zoll, oben 2,91 Zoll im Durchmesser. Die Hebelsarme verhalten sich wie 1 zu 12, und sind 2,91 und 34,96 Zoll lang. Diese Maschine gab am 24. August 1834 Folgendes:

Angabe der Federwage.		Spannung auf den Quadratzoll, nach der Quecksilberwage.
16,45 Pfd.	Das Ventil hob sich.	
16,45 -	. . . .	51,31 Pfd.
19,36 -	. . . .	52,34 -

Die Zulage zu dem, was die Federwage gab, ist 8,22 Pfund auf den Quadratzoll, für Hebel, Ventil und Wage; und wenn das Ventil gehoben ist, so mag die Differenz 6,10 Pfund betragen, weil dies Ventil ziemlich conisch ist.

IV. Der *Leeds*. Das Ventil hat 2,91 Zoll unten und 3,03 Zoll oben im Durchmesser. Die Hebelsarme verhalten sich wie 1 zu 12, und sind 2,91 und 34,96 Zoll lang. Das zweite Ventil ist so stark angeschraubt, dafs es bei keinem Versuche sich hob. Die Maschine gab am 28. Juli und am 6. August 1834 Folgendes:

	Angabe der Federwage.		Spannung auf den Quadratzoll, nach der Quecksilberwage.
No. I.	27,10 Pfd.	Das Ventil hob sich.	
	28,55 -	. . . .	51,31 Pfd.
	28,80 -	. . . .	52,34 -
	29,04 -	. . . .	52,85 -
	29,51 -	. . . .	53,36 -
	30,00 -	. . . .	54,39 -
No. II.	30,00 Pfd.	Das Ventil hob sich.	
	31,00 -	. . . .	55,41 -
	31,94 -	. . . .	56,44 -
	32,91 -	. . . .	57,47 -
	34,85 -	. . . .	59,01 -
No. III.	31,00 Pfd.	Das Ventil hob sich.	
	32,91 -	. . . .	61,58 Pfd.

V. Der *Vulcan*. Das Ventil und die Hebelsarme sind ganz denen der vorigen Maschine gleich. Das zweite Ventil ist zwar verschieden, aber auch so fest geschraubt, dafs es bei keinem Versuche sich hob. Die Maschine gab am 28. Juli 1834 Folgendes:

Angabe der Federwage.		Spannung auf den Quadratzoll, nach der Quecksilberwage.
30,00 Pfd.	Das Ventil hob sich.	
33,88 -	. . . .	58,98 Pfd.

VI. Die *Fury*. Mit beiden Ventilen und den Hebeln verhält es sich ganz so wie bei dem *Vulcan*. Die Maschine gab am 6. August und am 24. und 25. Juli 1834 Folgendes:

	Angabe der Federwage.		Spannung auf den Quadratzoll, nach der Quecksilberwage.
No. I.	29,01 Pfd.	Das Ventil hob sich.	
	32,43 -	. . . .	57,98 Pfd.
	32,67 -	. . . .	59 01 -
	33,91 -	. . . .	59,52 -
	34,85 -	. . . .	64,14 -
No. II.	30,98 Pfd.	Das Ventil hob sich.	
	34,85 -	. . . .	68,76 -

Bei den ersten Versuchen mit dem *Leeds* blies das Ventil, von 27,10 an, bis 29,01 Pfund an der Federwage. Bei der zweiten Reihe Versuche mit der nemlichen Maschine geschah dies von 29,01 bis 34,85 Pfund; was beträchtlich ist. Bei der dritten Reihe Versuche nur von 30,98 bis 33,91 Pfund. Bei der dritten Reihe war also die Reduction wegen der Schräge des Ventils am kleinsten.

Der Versuch mit dem *Vulcan* geschah während der gewöhnlichen Arbeit der Maschine.

Bei den Versuchen mit der *Fury* fanden sich zwei verschiedene Reductionen wegen der Schräge des Ventils; wie bei dem *Leeds*.

Für die Wirkung des Gewichtes der Hebel und der Stange der Wage sind zu der Spannung auf den Quadratzoll bei diesen 3 Maschinen 7,18 Pfund zu addiren. Aber einerseits hat das Blasen des Ventils, andrerseits der Umstand, daſs der Boden des Ventils nicht ganz umschlossen ist, die angegebene Reduction zur Folge, und es erklärt sich daraus die scheinbare Unregelmäſsigkeit der Resultate.

Abschnitt II.

Von einer neuen Federwage und einem Manometer.

§. 25.

Vorschlag zu einer Veränderung der gewöhnlichen Ventile.

Aus dem Obigen erhellet, wie schwierig es ist, durch eine Federwage von der gewöhnlichen Einrichtung die wirksame Spannung der Dämpfe in einem Dampfwagen auszumitteln; und daſs sich doch immer noch unrichtige Resultate ergeben können, wenn man keine Quecksilberwage zur Hand hat.

Diese Schwierigkeiten lassen sich durch eine Veränderung der gewöhnlichen Einrichtung des Ventils heben, zu welcher der Verfasser bei

seinem Aufenthalt in Liverpool, im Jahre 1834, einem der Directoren der dortigen Eisenbahn eine Zeichnung zurückgelassen hat.

Der Ruhepunct des Hebels muſs, wie in Fig. 17. Taf. X., zwischen das Ventil und die Federwage gelegt werden, und diese muſs, wie beim gewöhnlichen Wägen, an ihrer Stange aufgehenkt werden. Der lange Arm muſs ferner mit dem kurzen und dem Gewichte des Ventils ins Gleichgewicht gebracht werden, was sich leicht machen läſst, nemlich entweder durch Verstärkung des kurzen Armes, oder durch eine, unter dem Ventil angebrachte verhältniſsmäſsige Masse von Metall. Endlich müssen sich die Hebelsarme wie die Zahl der Quadratzolle in der Fläche des Ventils zur Einheit verhalten, und das Ventil muſs genau passen.

Wenn man diese einfache Anordnung macht, so giebt die Zahl an der Wage unmittelbar, und ohne alle Rechnung, die wirksame Spannung der Dämpfe im Kessel an. Denn die Federwage befindet sich dann in ihrer natürlichen Lage, und das Gewicht ihres Fuſses P ist schon in Rechnung gebracht, so daſs deshalb keine besondere Zurechnung Statt findet; die Hebelsarme aber sind mit einander im Gleichgewicht, so daſs auch für sie keine weitere Zurechnung nöthig ist. Endlich giebt die Wage unmittelbar den Druck auf einen Quadratzoll der Fläche des Ventils an, weil sich die Hebelsarme wie diese ganze Fläche zu 1 verhalten.

So also erspart die Einrichtung alle Rechnung, und die Wage zeigt unmittelbar die Spannung der Dämpfe auf 1 Quadratzoll. Die Einrichtung erfüllt also die Bedingung, die Grenze der Spannung anzugeben, das heiſst: wenn man z. B. diese Grenze auf 50 Pfd. bestimmt hat, so ist man, ohne alle Rechnung, sicher, daſs das Ventil gehoben wird, wenn die Spannung des Dampfes diese Grenze erreicht. In der Regel ist dies auch Alles, was bei dem Gebrauch einer Eisenbahn verlangt wird, wo die Unternehmer, wie billig, wünschen, daſs die Maschine für einen bestimmten Druck regulirt sei.

[Diese von dem Herrn Verfasser vorgeschlagene Einrichtung ist offenbar so einfach, und liegt so nahe, daſs man schwer begreift, warum es anders hat gemacht werden mögen. D. H.]

Für andere Ausmittelungen der verschiedenen Umstände bei der Bewegung der Maschinen muſs aber immer noch die Wirkung des Blasens der Ventile berücksichtigt werden; und dazu wäre immer noch die Quecksilberwage nöthig. Wir wollen indessen jetzt ein Werkzeug vorschlagen,

welches tragbar ist, und die Quecksilberwage, so wie auch die oben beschriebene Einrichtung, erspart.

§. 26.

Ein neuer, tragbarer Manometer, zur Ersparung des Quecksilber-Spannungsmessers.

Wir haben oben bemerkt, daſs, wenn man die Spannung zu wissen verlangt, mit welcher eine Maschine unter gewissen Umständen gearbeitet hat, die Maschine unter die Quecksilberwage gebracht werden muſs, um diejenige Spannung zu erfahren, die mit den verschiedenen Graden der Federwagescale correspondirt, welche während der Wirkung beobachtet wurden.

Dieses ist an sich unbequem; und auſserdem muſs bei der Messung erst Alles wieder in denselben Zustand gebracht werden, worin es sich bei der Wirkung der Maschine befand. Denn zum Beispiel ein auf 32 Pfund, als Hebepunct, fixirtes Ventil, welches unter 36 Pfund Druck bläset, kann einen Druck von 67 Pfund repräsentiren, während das nemliche Ventil, wenn sein Hebepunct 31 Pfund ist, mit dem nemlichen 36sten Grade bloſs einem Drucke von 62 Pfund entsprechen kann. Das zweite Ventil muſs also während der Wirkung der Maschine beobachtet worden sein und auf denselben Punct gestellt werden. Denn wenn es gelüftet würde, so würde es eine gewisse Quantität Dampf entweichen lassen, welche sonst nothwendig hätte durch das erste entströmen müssen, und dann den Druck vergröſsert haben würde. Endlich haben auch die Führer der Dampfwagen ein Interesse daran, die wahre Spannung des Dampfes zu verheelen, aus Furcht, sie ermäſsigen zu müssen. Sie mögen nicht gern die Geschwindigkeit der Bewegung vermindern, um nicht längere Zeit unterwegs zu bleiben. Sie lösen also nicht allein unvermerkt das zweite Ventil, und heben von Zeit zu Zeit den Hebel, um die Wirkung der Schräge des Ventils zu verstärken, mit welcher Wirkung sie sehr wohl bekannt sind, sondern schieben auch zuweilen eine Metalltafel unter den Dorn, der auf das Ventil drückt, um eine Täuschung bei der Angabe der Federwage hervorzubringen.

Die Vorbereitungen, um durch die Quecksilberwage die Spannung des Dampfes zu finden, machen aber diese Untersuchung beschwerlicher, als sie beim ersten Anblick zu sein scheint. Auch ist zu bemerken, daſs der Dampf auf seinem Wege vom Kessel bis zu dem Instrumente sich abkühlt. Er hat auf diesem Wege gewöhnlich eine metallene Röhre von

8 bis 10 Fufs lang und ½ Zoll im Durchmesser zu durchlaufen, und langt also bei der Quecksilberwage mit einer Spannung an, die offenbar geringer ist, als diejenige im Kessel.

Alle diese Schwierigkeiten kommen daher, dafs die Quecksilberwage nicht an der Maschine befestigt bleiben kann. Wäre das, so könnte man die Spannung der Dämpfe während der Wirkung der Maschine unmittelbar an der Wage ablesen, und es wäre kein späterer Versuch mehr nöthig.

Wir glauben nun, dafs dieses Instrument mit Nutzen durch folgendes andere sich ersetzen läfst.

Die Maschine bekommt die gewöhnlichen zwei Sicherheitsventile. *R* Fig. 19. Taf. X. ist ein an den Kessel befestigter Hahn, um den Dampf, wenn es nöthig ist, abzulassen. Oben hat die äufsere Fläche des Hahns ein Schraubengewinde, um das Instrument anschrauben zu können. Über dem Hahn zeigt sich in der Figur das Instrument. Die Röhre *AE* hat unten, aufserhalb, ein Schraubengewinde, wie der Hahn oben, und wird an diesen durch die Schraubenmutter *E*, wie es die Figur zeigt, für die Dauer des Versuchs fest angeschraubt. Hierauf öffnet man den Hahn, um den Dampf in die Röhre *AE* einzulassen.

A ist ein Ventil von 1 Quadratzoll grofs, oder von einer andern Fläche, die man beim Messen der Dampfspannung zur Einheit annehmen will. So wie dieses Ventil durch den Dampf in die Höhe getrieben wird, drückt es auf den Hebel *AC*, dessen anderes Ende *P* durch die Feder einer gewöhnlichen Federwage gehalten wird. Die beiden Arme des Hebels sind gleich lang, und ihr Gewicht, mit Einschlufs desjenigen der Ventilscheibe, ist um den Ruhepunct im Gleichgewicht. In *S* wird das Werkzeug auf den Kessel angeschraubt.

Nachdem das Instrument an den Kessel angesetzt und der Hahn geöffnet worden ist, drückt nun der Dampf von unten gegen das Ventil und den Hebel; und vermöge der beschriebenen Anordnung giebt die Federwage unmittelbar die Spannung auf 1 Quadratzoll an. Denn bei der Wage ist, ihrer Stellung wegen, für das Gewicht der Stange oder des Fufses nichts zuzusetzen; und auch wegen des Gewichts des Hebels ist keine Correction nöthig, weil er sich im Gleichgewicht befindet. Da aber nun die zwei andern gewöhnlichen Ventile des Kessels den überschüssigen Dampf ausströmen lassen, so darf das Ventil *A* niemals blasen. Die

Schraube kann also so weit angezogen werden, bis die Wage gerade mit der Spannung des Dampfes das Gleichgewicht hält; und kein Blasen des Ventils macht mehr das Resultat zweifelhaft oder unrichtig.

Da vermittelst dieses Werkzeugs der wirkliche Druck des Dampfes sehr bequem gefunden wird, und ohne nachheriges zweites Experiment: da ferner die Resultate genau sind, indem der Dampf keine lange Röhre nach dem Instrumente hin zu durchströmen hat: da das Instrument an dem Kessel befestigt bleiben, auch, wenn man will, von einem zum andern Kessel gebracht werden kann, und da es endlich, im Vergleich gegen die theure Quecksilberwage, sehr wohlfeil ist: so sind wir der Meinung, dafs dieses Manometer von wesentlichem Nutzen sein könne. Wir hätten mit Hülfe desselben alle Schwierigkeiten bei unsern Versuchen vermeiden können. Auch kann es dienen, nicht blofs bei Dampfwagen, sondern auch bei allen andern Dampfmaschinen, von hohem oder niedrigem Druck, die Spannung des Dampfes zu messen.

Die Prüfung des Instrumentes geschieht nur einmal, für immer. Man mifst das Ventil einzeln aus; man sieht zu, ob der Hebel um seinen Ruhepunct im Gleichgewicht ist, hebt die Wage ab, und hängt bestimmte Gewichte an, um zu sehen, wie die Scale stimmt.

[Der Endpunct A des Hebels AC kann sich nicht nach unten bewegen; denn daran hindert ihn das Ventil. Er soll sich aber auch nicht nach oben bewegen; denn das Ventil soll niemals blasen. Er mufs also stets in derselben Lage bleiben, und folglich mufs, so wie man bemerkt, dafs die Spannung des Dampfes anfängt, das Ventil zu heben, die Schraube B angezogen werden; und umgekehrt: wenn die Spannung des Dampfes nachläfst, mufs die Schraube so lange gelöset werden, bis der Dampf das Ventil in Bewegung zu setzen beginnt. Es ist also hier nicht, wie beim gewöhnlichen Wägen mit der Federwage, die zu messende Kraft, welche den Zeiger an der Scale in Bewegung setzt, sondern die Schraube B. Das Instrument zeigt daher nicht von selbst an der Scale die Spannung des Dampfes, sondern man erfährt sie nur durch Handhabung der Schraube B. Es wird also zu den Versuchen viel Aufmerksamkeit und auch Übung nöthig sein. Doch leistet in der That das Instrument, was es soll, nemlich: auch den auf das Blasen der Ventile kommenden Theil der Spannung des Dampfes zu messen.

Die Quecksilberwage dürfte übrigens schon wegen des Niederschlages der Dämpfe auf der Oberfläche des Wassers in der Wage, und vollends, wenn die Wage erst durch eine lange Röhre an den Kessel angesetzt werden muſs, immer ein nur wenig zuverlässiges Werkzeug sein. Sie wird also um so mehr mit Vortheil durch das einfache Werkzeug des Herrn v. Pambour ersetzt werden. D. H.]

§. 27

Vergleichende Tafel für die verschiedenen Arten der Angabe der Dampfspannung.

Um den Inhalt des gegenwärtigen Abschnittes zu vervollständigen und dem Leser die Vergleichung der verschiedenen Arten, die Spannung des Dampfes auszudrücken, welche weiter unten benutzt werden müssen, zu erleichtern, fügen wir hier eine Tafel der verschiedenen Ausdrücke der Dampfspannung bei. Wir haben sie von halben zu halben Atmosphären berechnet; die dazwischen fallenden Beträge werden sich aber leicht einschalten lassen.

Spannung des Dampfes im Ganzen.				Überschuſs der Dampfspannung über die der Luft; oder wirksame Spannung.			
In Atmosphären.	Höhe der Quecksilbersäule von eben dem Druck, in Zollen.	Druck auf den Quadratzoll. Pfunde.	Druck auf den Quadratfuſs. Pfunde.	In Atmosphären.	Höhe der Quecksilbersäule von eben dem Druck, in Zollen.	Druck auf den Quadratzoll. Pfunde.	Druck auf den Quadratfuſs. Pfunde.
1	29,13	15,086	2172,7	-	- -	- -	- -
1½	43,70	22,578	3258,5	½	14,56	7,543	1086,4
2	58,27	30,174	4345,3	1	29,13	15,086	2172,7
2½	72,83	37,666	5431,1	1½	43,70	22,578	3258,5
3	87,40	45,259	6516,9	2	58,27	30,174	4345,3
3½	101,96	52,751	7603,8	2½	72,83	37,666	5431,1
4	116,54	60,346	8689,6	3	87,40	45,259	6516,9
4½	131,10	67,838	9776,4	3½	101,96	52,751	7603,8
5	145,67	75,431	10862,3	4	116,54	60,346	8689,6
5½	160,23	82,924	11948,1	4½	131,10	67,838	9776,4
6	174,81	90,519	13034,9	5	145,67	75,431	10862,3

Drittes Capitel.
Über die Reibung der Bahnfuhrwerke.

---

§. 28.

Dafs ferner Versuche über diesen Gegenstand nothwendig sind.

Aus der Beschreibung, welche wir von einem Dampfwagen gegeben haben, sieht man, dafs der Dampf durch seine Wirkung auf die Kolben der Cylinder den Rädern eine drehende Bewegung mittheilt, welche die Maschine forttreibt, in so fern der Wagenzug, der ihr folgt, mit seiner Reibung auf den Schienen nicht einen Widerstand entgegensetzt, der gröfser ist als die Kraft, welche die Maschine besitzt.

Das erste also, auf dessen Schätzung es ankommt, ist der Widerstand, den der Wagenzug auf den Schienen findet.

Der Zug besteht aus einer gröfsern oder kleinern Zahl von Wagen, die, wenn sie Frachtgüter geladen haben, Waggons heifsen. Der Widerstand, den sie der Maschine entgegensetzen, hängt nicht allein von ihrem Gewicht ab, sondern auch von dem Zustande der Bahn und dem besseren oder unvollkommneren Bau der Wagen selbst. Da der Zweck der Eisenbahn ist, den Fuhrwerken einen festen und glatten Weg darzubieten, auf welchem sie mit Leichtigkeit sich fort bewegen können, so wird, wenn die Bahn nicht in gutem Stande erhalten, oder nicht zweckmäfsig angeordnet ist, der Widerstand der Wagen gröfser sein. Eben so, wenn die Wagen schlecht gebaut sind, oder unvollkommen erhalten werden.

Es folgt also, dafs die Kraft, welche nothwendig ist, eine gewisse Last, zum Beispiel eine Tonne, fortzuziehen, nicht auf allen Eisenbahnen, und auch nicht für jedes Fuhrwerk die nemliche sein kann. Auf recht glatten Schienen, und für gut gebaute und geschmierte Wagen, ist 1 Ctr. Kraft nöthig, um 280 Ctr. fortzuziehen, [nemlich wenn die Bahn *horizontal* liegt; und nicht 280 Ctr. netto, sondern brutto Last, mit Einschlufs des Gewichts der Fuhrwerke, D. H.] das heifst: wenn 1 Ctr. Gewicht an das eine Ende eines Seils gehängt wird, welches über eine Rolle geht: so vermag das andere Ende des Seils Wagen fortzuziehen, die, mit ihrer Ladung zusammen, 280 Ctr. wiegen. [Bei dem Seil an der Rolle mufs man natürlich die Reibung der Rolle und die Steifigkeit des Seils nicht in

Anschlag bringen. D. H.] Auf einer weniger guten Eisenbahn, und mit unvollkommneren Fuhrwerken, kann 1 Ctr. Kraft vielleicht nur 224 Ctr., und noch weniger fortschaffen.

Die älteren Wagen, mit welchen einige Versuche angestellt worden sind, haben 1 Ctr. Kraft für 224, und selbst für 187 Ctr. Ladung nöthig. Seitdem sind die Wagen sehr vervollkommnet worden; aber es waren noch keine Versuche mit ihnen im Großen, und während ihres gewöhnlichen Dienstes, angestellt worden. Als zu Liverpool die neuen Wagen eingeführt wurden, machte man mit einem derselben, der aber so eben erst aus der Hand des Verfertigers kam, einen Versuch. Da der Wagen zu dem Versuche sehr sorgfältig geschmiert worden und noch keinen Stößen ausgesetzt gewesen war, durch welche sich die Achsen hätten gebogen, oder die Räder geworfen haben, oder die hinteren Räder aus der Spur der vorderen hätten abgelenkt worden sein können; auch die Schienen vorher besonders sorgfältig gefegt worden waren: so läßt sich das Resultat dieses Versuchs nicht für practisch entscheidend annehmen; und in der That wird auf der Liverpooler Bahn immer noch 1 Ctr. Zugkraft auf 224 Ctr. Gewicht gerechnet. Diese unzuverlässigen Daten durften wir aber für unsere Zwecke nicht annehmen.

Es war daher nothwendig, für die neueren Wagen andere Grundlagen zur Berechnung der Zugkraft zu suchen. Die Gelegenheit zu den Versuchen, von welchen wir Nachricht geben werden, boten sich durch die Untersuchung über die Dampfwagen von selbst dar. Diese Versuche erklären auf gewisse Weise von selbst die Fehler, welche sonst bei der Schätzung des Widerstandes der Wagen Statt gefunden haben. Dieses ist bemerkenswerth, weil daraus eben sowohl auf die Vollkommenheit der Maschinen, als auf die Genauigkeit der jetzt möglichen Schätzung ihrer Kraft geschlossen werden kann. Auch ergiebt sich daraus Ursach zum größern Vertrauen auf die andern Resultate, zu welchen wir auf demselben Wege gelangten. Dieserhalb gedenken wir dieses Umstandes. Bei den Versuchen, die der Verfasser während seines Aufenthaltes in Liverpool, im Jahre 1834, in Menge über die Kraft der Dampfwagen anstellte, schien einer dieser Versuche, mit dem *Atlas*, so wie er weiter unten beschrieben werden wird, eine zu große Kraft der Maschine zu ergeben. Der *Atlas* hatte am 23. Juli, auf einem Abhange von 1 auf 1300, 40 Wagen, 3750 Ctr. an Gewicht, fortgezogen. Die Cylinder der Maschine

hatten nur 11 Zoll 8 Linien im Durchmesser. Nach den bisherigen Sätzen über die Bahnen und den Widerstand der Fuhrwerke konnte dieser Erfolg nur dann erklärt werden, wenn man annahm: entweder die Verhältnisse der Maschinentheile, oder der Abhang der Bahn wären unrichtig gemessen, oder die Ladung wäre in den Büchern der Verwaltung unrichtig verzeichnet worden. Indessen gaben auch andere Versuche, die wir mit andern Maschinen, unter andern Umständen und an andern Stellen der Bahn anstellten, ähnliche Resultate, und man mufste nun entweder zugeben, dafs wirklich der Widerstand der Fuhrwerke nicht mehr als 1 auf 280 betrage, oder annehmen, dafs alle Maschinentheile und der Abhang der Bahn *überall* falsch gemessen worden wären.

Es war also nothwendig, durch eine Reihe eigends angestellter Versuche diesen Umstand direct zu erörtern. Es gereichte uns dabei zu grofser Genugthuung, dafs die Resultate der Rechnung durch die Versuche wirklich bestätigt wurden.

§. 29.

Von der Ermittelung der Reibung durch den Dynamometer.

Das nächste Mittel, die Reibung oder den Widerstand der Wagen auf einer Bahn zu messen, schien der *Dynamometer* zu sein, weil derselbe die nothwendige Zugkraft direct angiebt. Da indessen das Ziehen der Menschen oder Thiere ruckweise wirkt, so schwankt der Zeiger des Dynamometers zwischen ziemlich entfernten Grenzen, und vermag kein bestimmtes Resultat zu geben. Es schien indessen, dafs, wenn das Ziehen durch eine *Maschine* geschähe, deren Wirkung gleichförmiger ist, und die Bewegung durch den langen Wagenzug selbst regulirt würde: dafs vielleicht die Schwankungen des Dynamometers dann weniger beträchtlich sein würden; besonders wenn das Instrument an einen der hintersten Wagen angebracht würde, wo die Pulsirungen der Dampfmaschine nur noch geringen Einflufs haben.

Es wurde also, als der *Leeds*, mit einem Zuge von 12 Wagen völlig in Bewegung war, und nachdem die Bewegung eine gleichförmige Geschwindigkeit von 1200 bis 1700 Ruthen in der Stunde erreicht hatte, *während der Bewegung*, die Kette der drei hintersten Wagen losgehakt und an ihre Stelle eine dazu vorbereitete kreisförmige Federwage gebracht. Die Stange der Wage wurde an das Gestell des neunten Wagens befestigt, und die drei folgenden Wagen, welche die letzten des Zuges waren,

an die Feder. Der Versuch fand zwischen den Meilensteinen $1\frac{1}{2}$ und 2 der Liverpooler Strafse, an einer ganz horizontalen Stelle Statt.

Wir erwarteten, den Zeiger der Wage fast still stehen zu sehen; aber was erfolgte war ganz anderes. Sein durchschnittlicher Stand zeigte 100 Pfund; aber er schwankte *sehr* bedeutend, nemlich von 50 bis auf 170 Pfund. Zwei oder dreimal, bei besonderen Stöfsen der Maschine, sprang der Zeiger sogar bis an das Ende der Scale, welches 220 Pfd. anzeigte. Allerdings konnten diese letzten Fälle, da sie nur gelegentlich vorkamen, nicht als die Wirkung eines regelmäfsigen Zuges angesehen werden; um so weniger, da der Zeiger unmittelbar nach dem Stofs immer wieder zu seinem gewöhnlichen Stande, auf 100 Pfd., zurückkehrte, und nun wider von 50 bis zu 170 Pfd. schwankte. Nachdem man aber vergebens auf einen festen Stand des Zeigers gewartet hatte, mufste man sich überzeugen, dafs der Versuch keine sicheren Resultate zu geben geeignet sei.

Das Mittel der Angaben des Zeigers von 50 und 170 Pfd. war 110 Pfd. (Engl.). Die drei Wagen wogen 31964,8 Pfd. (Engl.): also ergab sich durch den Versuch ein Widerstand von $\frac{31964,8}{110}$ oder 1 auf 290,6.

Es ist, mit Rücksicht auf das weiter unten Folgende, noch zu bemerken, dafs bei diesem Versuche der Widerstand der Luft nicht in Betracht kam. Denn da die drei Wagen die letzten im Zuge waren, so widerstand ihnen die Luft nur höchst unbedeutend, seitwärts; und der Widerstand war noch um so geringer, da die Geschwindigkeit nur 1200 bis 1300 Ruthen in der Stunde betrug. Der Widerstand der Luft hatte nur allein auf den vorderen Wagen einigen Einflufs, auf welchen sich aber unser Versuch nicht bezog.

Das Resultat mochte einigen Nutzen haben; aber es waren doch noch zuverlässigere Messungen nothwendig.

Es wurde nun dazu eine schickliche Stelle auf der Liverpooler Bahn ausgesucht, nemlich am Fufse der Rampe von Sutton, $2\frac{1}{2}$ Meile von Liverpool entfernt; der Abhang wurde sehr genau, bis auf $\frac{1}{10}$ Zoll, nivellirt, und es wurde darauf in folgender Art verfahren.

§. 30.

Berechnung der Reibung aus dem Reibungswinkel.

Es werde auf einem Abhange AB (Fig. 23. Taf. *X.*) ein schwerer Körper sich selbst überlassen. Er gleite ohne Reibung hinab, und ge-

lange unten an einen zweiten Abhang, der die Fortsetzung des ersten ist, und auf welchen er nun weiter fortgleite.

Der Körper wird von der Schwere den Abhang hinabgetrieben. Aber nur ein Theil dieser Kraft wirkt auf den Körper; denn sie zerlegt sich in zwei andere: die eine senkrecht auf den Abhang, welche durch den Widerstand desselben aufgehoben wird: die andere nach der Richtung des Abhanges, welche ihre volle Wirkung auf den Körper äufsert, und die beschleunigende Kraft ist, welche ihn treibt. Wenn also g die Schwere bezeichnet und τ_1 den Winkel, welchen der Abhang mit dem Lothe macht: so ist die auf den Körper wirkende beschleunigende Kraft

$$1.\quad \varphi = g\cos\tau_1.$$

Nun ist der allgemeine Ausdruck einer beschleunigenden Kraft, wenn v die Geschwindigkeit und t die Zeit bezeichnet, $\varphi = \frac{\partial v}{\partial t}$. Also mufs sein:

$$2.\quad g\cos\tau_1 = \frac{\partial v}{\partial t}.$$

Während eines unendlich kleinen Zeittheiles kann jede Bewegung als gleichförmig betrachtet werden [in sofern die Geschwindigkeit derselben entweder unveränderlich oder *nur stetig* veränderlich ist, D. H.]. Bezeichnet man also den durchlaufenen Raum durch x, so ist

$$3.\quad v = \frac{\partial x}{\partial t},$$

und folglich

$$4.\quad \partial t = \frac{\partial x}{v}.$$

[Der Verfasser schreibt statt ∂x, ∂t etc. $\dot{x}$, $\dot{t}$, mit den Newtonschen Fluxionszeichen. D. H.] Die Gleichung (4.) mit der Gleichung (2.) verbunden, giebt

$$5.\quad v\partial v = g\cos\tau_1 . \partial x.$$

Diese Gleichung unter der Voraussetzung integrirt, dafs die Geschwindigkeit am Abgangspuncte 0, d. h. $v = 0$ ist für $x = 0$, giebt $\frac{1}{2}v^2 = g\cos\tau_1 x$, oder

$$6.\quad v^2 = 2gx\cos\tau_1.$$

Diese Gleichung drückt die Geschwindigkeit des bewegten Körpers in jedem beliebigen Puncte der Bahn aus. Setzt man nun die Länge der Bahn, vom Ausgangspunct A bis zum Puncte B, gleich x_1, und bezeichnet die Geschwindigkeit in B durch V, so ist

$$7.\quad V^2 = 2gx_1\cos\tau_1.$$

Mit dieser Geschwindigkeit also langt der Körper am Anfange des zweiten Abhanges an. Machten die beiden Ebenen mit einander einen bestimmten Winkel, so würde von der Geschwindigkeit in B für den Fortgang auf dem zweiten Abhange nur ein Theil übrig bleiben, der von dem Winkel abhängen würde. Man weifs aber, dafs, wenn der Übergang in einer stetigen Curve Statt findet, *keine* Geschwindigkeit verloren geht, sondern dafs der Körper auf dem zweiten Abhange sich mit derselben Geschwindigkeit fortbewegt, mit welcher er anlangte. Er *beginnt* also, den zweiten Abhang mit der obigen Geschwindigkeit zu durchlaufen.

Der Körper wird aber nun auf der zweiten Ebene aufserdem auch noch von der Schwere fortgetrieben. Die beschleunigende Kraft, welche dieselbe auf der zweiten Ebene hervorbringt, ist, wenn man die Neigung der Ebene gegen das Loth durch τ_2 bezeichnet,

$$8. \quad \Phi_1 = g \cos \tau_2,$$

und wenn man die obige Rechnung für die zweite Ebene wiederholt, so findet sich für diese:

$$9. \quad v^2 = 2gx \cos \tau_2 + C.$$

In dieser Gleichung mufs C aus der Bedingung bestimmt werden, dafs für $x = 0$, v gleich der Anfangsgeschwindigkeit in B ist. Und da nun für dieselbe $V^2 = 2gx_1 \cos \tau_1$ war (7.), so ist für $x = 0$, in (9.),

$$10. \quad v^2 = V^2 = 2gx_1 \cos \tau = C.$$

Es ist also, wenn man (10.) in (9.) substituirt, für einen beliebigen Punct der zweiten Ebene:

$$11. \quad v^2 = 2gx \cos \tau_2 + 2gx_1 \cos \tau_1.$$

Sind nun ferner z_1 und z_2 die *Höhen* dieser beiden Abhänge, so ist

$$12. \quad x_1 \cos \tau_1 = z_1 \quad \text{und} \quad x \cos \tau_2 = z_2.$$

Es giebt daher die Gleichung (11.)

$$13. \quad v_2 = 2g(z_1 + z_2),$$

oder, wenn z die gesammte Höhe, vom Ausgangspunct ab, bezeichnet:

$$14. \quad v_2 = 2gz.$$

Dieses ist also nun der Ausdruck der Geschwindigkeit der Bewegung, in der Voraussetzung, dafs *keine Reibung*, oder sonst irgend ein Widerstand Statt findet. Die Gleichung zeigt, dafs v nur $= 0$ werden kann für $z = 0$, das heifst, dafs der Körper, wenn er einmal in Bewegung ist, und nun einen zweiten Abhang in *entgegengesetzter* Richtung ersteigt, nur dann erst wieder zum Stillstand gelangen kann, wenn er eben so hoch hinauf gestiegen ist, als er sich hinunter bewegte.

Bewegt sich ferner ein Körper unter der Wirkung der *Reibung*, so nimmt diese, wie die Erfahrung lehrt, *nicht* zu, sondern wirkt der Schwere, wie eine *unveränderliche*, widerstehende Kraft, die Ebene entlang, entgegen. Findet also Reibung Statt, so ist die beschleunigende Kraft der Schwere nicht mehr $g \cos \tau_1$ und $g \cos \tau_2$, sondern

$$15. \quad g \cos \tau_1 - f \quad \text{und} \quad g \cos \tau_2 - f,$$

wenn man den Widerstand der Reibung durch f bezeichnet. [Dieses ist, strenge genommen, nicht völlig richtig. Denn, wenn man auch annimmt, dafs die Geschwindigkeit die Reibung nicht ändert, so hängt dieselbe doch von dem Drucke der Last senkrecht auf die schiefe Ebene ab; und dieser Druck ist nicht unveränderlich. Wird die Reibung auf horizontaler Ebene durch f bezeichnet, so ist diejenige auf der schiefen Ebene eigentlich $f \sin \tau_1$ und $f \sin \tau_2$, und also hätte (15.) eigentlich heifsen müssen:

$$16. \quad g \cos \tau_1 - f \sin \tau_1 \quad \text{und} \quad g \cos \tau_2 - f \sin \tau_2.$$

Der Unterschied scheint deshalb übergangen zu sein, weil die Winkel τ_1 und τ_2 in dem gegenwärtigen Falle immer einem rechten Winkel *sehr* nahe kommen, und folglich $\sin \tau_1$ und $\sin \tau_2$ *sehr* nahe $= 1$ sind. D. H.]

Es ist also nun, vermöge der Gleichung (11.), für einen in dem zweiten Abhange liegenden, von B beliebig, zum Beispiel um x entfernten Punct m:

$$17. \quad v^2 = 2(g \cos \tau_2 - f)x + 2g(\cos \tau_1 - f)x_1.$$

Setzt man hierin wieder

$$18. \quad x_1 \cos \tau_1 = z_1, \quad x \cos \tau_2 = z_2 \quad \text{und} \quad z_1 + z_2 = z,$$

so erhält man

$$19. \quad v^2 = 2(gz - f(x + x_1));$$

welche Gleichung die Geschwindigkeit der Bewegung in einem beliebigen Puncte des Abhanges giebt; *mit Rücksicht auf die Reibung.*

Es folgt aus dieser Gleichung, dafs v nicht anders $= 0$ sein kann, als wenn entweder z, x_1 und x Null sind, was sich auf den *Anfang* der Bewegung bezieht, oder wenn

$$20. \quad gz - f(x + x_1) = 0$$

ist. Bleibt daher ein in Bewegung gesetzter Körper irgendwo, z. B. in m, stehen, so mufs dieser Punct die Bedingung (20.) erfüllen, und es mufs folglich für denselben

$$21. \quad gz = f(x + x_1)$$

sein. Multiplicirt man die beiden Glieder der Gleichung mit M, der Masse

des Körpers: so findet sich

$$22. \quad gMz = fM(x+x_1).$$

Da g die beschleunigende Kraft der Schwere bezeichnet, so drückt gM das *Gewicht* des Körpers aus, welches P sein mag. Eben so drückt fM die gesammte Reibung des Körpers aus, weil f die Kraft der Reibung für einen einzelnen Theil des Körpers ist. Bezeichnet man also die gesammte Reibung durch F, so giebt die Gleichung (22.)

$$23. \quad Pz = F(x+x_1).$$

Hat sich also nun der Körper aus der Ruhe in Bewegung gesetzt, und ist, auf den Abhängen, in m wieder still gestanden, so muſs dieser Punct nothwendig die obige Bedingung erfüllen. Messen wir daher zur Stelle z, x und x_1 aus, und kennen das Gewicht P, so giebt die Gleichung (23.) die Reibung F, nemlich

$$24. \quad F = P.\frac{z}{x+x_1}.$$

Dieser Ausdruck zeigt an, daſs, *wenn ein Körper, dessen Gewicht* P *ist, einen Abhang, von der Ruhe an, sich hinunter bewegt, und in einem gewissen Puncte* m *wieder stehen bleibt, die Reibung, welche ihn zum Stillstand brachte, gefunden wird, wenn man die Höhe, welche er herabstieg, durch die durchlaufene Länge dividirt.* [Unter Reibung wird hier nemlich der Reibungs-Coefficient oder das Verhältniſs der Reibung zum Gewichte verstanden. D. H.]

Es folgt nun daraus, daſs der Körper, auf eine schiefe Ebene gesetzt, deren Höhe z und deren Länge $x+x_1$ ist, gar nicht sich bewegen würde: denn der Schwere, welche ihn vorwärts treibt, würde gänzlich durch die Reibung widerstanden werden.

Der Quotient $\frac{z}{x+x_1}$ drückt das aus, was man den *Reibungswinkel* nennt. Deshalb haben wir in der Überschrift dieses Paragraphs von dem *Reibungswinkel* gesprochen, von welchem wir denn auch bei den folgenden Versuchen ausgegangen sind.

[Die obige Erinnerung, daſs statt f, strenge genommen, $f\sin\tau_1$ und $f\sin\tau_2$ hätte gesetzt werden müssen, hat auf das Resultat weiter keinen Einfluſs, als daſs man in (24.) unter $x+x_1$ nicht die Länge *der schiefen Ebenen selbst,* sondern die Länge *ihrer horizontalen Projectionen* verstehen muſs, was, da der Abhang hier sehr gering ist, fast gar keinen Unterschied macht.

Der Herr Verfasser ist sichtlich bemüht gewesen, durch einen ausführlichen Vortrag die Entwickelung seines Resultats Jedem recht deutlich und faſslich zu machen. Da indessen doch schon das Differentiiren und Integriren zu Hülfe genommen wird, was weniger allgemein gekannt ist, und sogar vom Unendlich-Kleinen gesprochen wird, was eigentlich nicht erfaſsbar oder begreifbar ist; auch allenfalls noch der *Beweis* verlangt werden könnte, daſs, wie es im Laufe des Vortrages gesagt wird, die Kraft und die Geschwindigkeit wegen der Änderung der Richtung der Tangenten der Krümmung des Abhanges sich wirklich nicht ändern: so könnte vielleicht die überzeugende Kraft der Entwickelung nicht ganz erreicht sein. Will man die Rechnung mit veränderlichen Gröſsen (Differential- und Integralrechnung ohne Unendlichkleines) zu Hülfe nehmen, so läſst sich zu dem Resultate auch noch etwas kürzer und allgemeiner, wie folgt gelangen.

Es sei AQm (Fig. 23#. Taf. X.) der gekrümmte Abhang der Bahn; AP sei horizontal, PQ senkrecht und $AP = x$, $PQ = y$; die Länge der Krümmung AQ sei $= s$. Ferner sei BQD die Tangente der Krümmung der Bahn in Q, QC auf BD und PC auf QC senkrecht. Die nach der Richtung PQ wirkende beschleunigende Kraft der Schwere werde durch 1, die Reibung durch Φ bezeichnet. Nun verhält sich, nach dem Satze des Parallelogramms der Kräfte, die aus der Schwere in der Richtung der Tangente BD entstehende Kraft, welche ganz und allein den Körper forttreibt, und welche q heiſsen mag, zur Schwere selbst, wie PC zu PQ. Andrerseits verhält sich, wenn ∂y und ∂s die ersten Abgeleiteten von y und s bezeichnen, PC zu PQ wie ∂y zu ∂s; was sich ohne Unendlich-Kleines beweisen läſst. (Man sehe des Herausgebers kleine Schrift „Über die Anwendung der Rechnung mit veränderlichen Gröſsen auf Geometrie und Mechanik. Berlin, 1816, bei Maurer.") Also ist $\frac{q}{1} = \frac{\partial y}{\partial s}$, oder

$$25. \quad q = \frac{\partial y}{\partial s}.$$

Die durch ∂ bezeichneten Ableitungen können sich hier, und durchweg, auf die unabhängig veränderliche Zeit t beziehen.

Die Reibung entsteht aus dem *Gewichte* des Körpers, und also aus dem Drucke desselben auf die Bahn nach der Richtung PQ. Es kommt aber derjenige Theil dieses nach QC und PC zerlegten Drucks, welcher nach der Richtung der Tangente wirkt, als Ursach der Reibung nicht in Betracht, sondern nur der Theil, welcher nach QC wirkt. Dieser ver-

hält sich zu der gesammten Schwere, wie QC zu PQ; und da sich nun, wie sich wiederum beweisen läfst, QC zu PQ zugleich wie ∂x zu ∂s verhält, so ist, wenn die aus der Reibung φ entstehende, nach der Richtung der Tangente wirkende Kraft durch f bezeichnet wird, $\frac{f}{\varphi}=\frac{\partial x}{\partial s}$; also

$$26.\quad f=\varphi\frac{\partial x}{\partial s}.$$

Die gesammte den Körper forttreibende Kraft, welche p heifsen mag, ist also aus (25.) und (26.):

$$27.\quad p=\frac{\partial y}{\partial s}-\varphi\frac{\partial x}{\partial s}.$$

Wird nun ferner die Geschwindigkeit, welche die Schwere in einer Secunde hervorbringt, durch $2g$ bezeichnet, so läfst sich, wiederum ohne Unendlich-Kleines, beweisen (man sehe die oben citirte Schrift), dafs sich die erste Abgeleitete ∂v der Geschwindigkeit v, welche irgend eine veränderliche Kraft p, gleichfalls in 1 Secunde, hervorbingt, zu $2g$ verhält, wie die Kraft p zur Schwere 1. Also ist $\frac{\partial v}{2g}=\frac{p}{1}$ und folglich

$$28.\quad \partial v=2gp.$$

Setzt man hierin aus (27.) den Werth von p, so findet sich

$$29.\quad \partial v=\frac{2g}{\partial s}(\partial y-\varphi\partial x).$$

Es wird ferner in der gedachten Schrift (S. 68) bewiesen, dafs die erste Abgeleitete des mit einer beliebigen veränderlichen Geschwindigkeit v durchlaufenen Raumes der Geschwindigkeit selbst gleich zu setzen ist. Der durchlaufene Raum ist hier die Länge s der gekrümmten Bahn. Also ist

$$30.\quad \partial s=v.$$

Setzt man (30.) in (29.), so erhält man $\partial v=\frac{2g}{v}(\partial y-\varphi\partial x)$ oder

$$31.\quad v\partial v=2g(\partial y-\varphi\partial x).$$

Daraus folgt, wenn man integrirt, oder die Stammgröfse nimmt,

$$32.\quad \tfrac{1}{2}v^2=2g\left(y-\frac{t}{\partial}(\varphi\partial x)\right)+\text{Const.}$$

(Es bedeutet $\frac{t}{\partial}(\varphi\partial x)$ die Stammgröfse oder das Integral von $\varphi\partial x$ *nach t*. Man schreibt gewöhnlich $\int(\varphi\partial x)$, was aber eine *unvollständige* Bezeichnung ist, weil es darauf ankommt, nach *welcher* veränderlichen Gröfse ein Integral genommen werden soll: ganz eben so, wie es bei einem Differential darauf ankommt, nach welcher Veränderlichen das Differential zu nehmen ist. Hier ist die veränderliche Gröfse, nach welcher zu in-

tegriren ist, die Zeit t, auf welche sich, wie oben bemerkt, auch überall ∂ bezieht.) Ist nun die Reibung φ *unveränderlich*, so ist $\frac{t}{\partial}(\varphi \partial x) = \varphi x$, und die Gleichung (32.) giebt

$$33. \quad \tfrac{1}{2} v^2 = 2g(y - \varphi x) + \text{Const.}$$

Da vorausgesetzt wird, daſs die Bewegung in dem Punct A, für welchen $x = 0$ und $y = 0$ ist, von der Ruhe anfange, und also für $x = 0$ und $y = 0$ auch $v = 0$ ist, so ist, wie aus (33.) folgt, Const. = 0, und mithin vollständig:

$$34. \quad \tfrac{1}{2} v^2 = 2g(y - \varphi x).$$

Dieses giebt nun für den *zweiten* Punct m, in welchem *wiederum* $v = 0$ ist, oder bis zu welchem der Wagen läuft, ehe er still steht,

$$0 = 2g(y - \varphi x),$$

und daraus folgt

$$35. \quad \varphi = \frac{y}{x} = \frac{mp}{Ap};$$

das heiſst: die Reibung φ verhält sich zur Schwere 1, wie mp zu Ap, oder wie die *Höhe*, von welcher der Wagen herabgerannt ist, zu der horizontalen Projection der durchlaufenen Bahn; wie es auch im Text (mit Rücksichtnahme auf die dabei gemachte Erinnerung) gefunden wurde.

Das Verfahren, welches der Herr Verfasser, um die Reibung zu messen, statt des Gebrauchs des Dynamometers vorschlägt, und dessen er sich bei seinen Versuchen bedient hat, ist unstreitig ungemein sinnreich. Es ist zwar freilich hier wieder ein Fall, wo eine Rechnung, die von abstracten Principien ausgeht, miſslich ist, weil noch Voraussetzungen eingeschoben werden, die nicht Statt finden. Dies geschieht auch hier in der That: denn es wird namentlich vorausgesetzt, daſs die Reibung φ *unveränderlich* sei. Dieses ist aber hier, wo unter der Reibung φ eigentlich die gesammte, von der Unebenheit der Schienen und der wirklichen Reibung der Radachsen in den Buchsen herrührende, der Bewegung widerstehende Kraft verstanden werden muſs, ganz gewiſs, und *bei weitem* nicht der Fall. Eben der im vorigen Paragraph beschriebene Versuch mit dem Dynamometer beweiset es augenfällig: er zeigt an, daſs die sogenannte Reibung, *weit entfernt*, constant zu sein, vielmehr von dem *Einfachen* bis auf mehr als das *Vierfache*, und unaufhörlich wechselt. Es findet also die Herleitung der Gleichung (33.) aus der (32.) eigentlich durchaus nicht Statt; denn, wenn φ *nicht* constant ist, so ist das Integral von $\varphi \partial x$ nach t auch *nicht* φx. Allein gleichwohl

kann das Resultat (33.), und was daraus weiter folgt, in gewissem Sinne dennoch vollkommen bestehen. Denn es ist strenge wahr, daſs, wenn φ wirklich veränderlich *wäre*, nothwendig $\varphi = \frac{y}{x}$ sein müſste. Umgekehrt folgt, daſs, wenn der Wagen im Puncte m stehen bleibt, die *Wirkung*, welche der *wirkliche, veränderliche* Widerstand hervorgebracht hat, die nemliche ist, welche ein *unveränderlicher* Widerstand $\varphi = \frac{y}{x}$ hervorgebracht haben *würde*. Aber gerade diesen *unveränderlichen Widerstand* verlangt man auch nur zu wissen. Es kommt gar nicht auf den *wirklichen* Widerstand und seine stetigen Veränderungen an, sondern nur auf den *durchschnittlichen*, als unveränderlich zu *betrachtenden* Widerstand, der die nemliche *Wirkung* hervorbringt, wie der veränderliche; und dieser ist wirklich $\varphi = \frac{y}{x}$. Das Verfahren des Herrn Verfassers ist also ein sinnreiches Mittel, den *Durchschnitt* der Widerstände, welche der Dynamometer angiebt, und welchen aus dessen Angaben direct zu ermitteln schwer, wenn nicht unmöglich sein würde, zu finden. Man darf indessen gleichwohl aus der Rechnung und den Versuchen, welche sie zu Hülfe nehmen, nichts weiter schlieſsen, als daſs gerade auf *demjenigen* Bahnstück, auf welchem die Versuche angestellt wurden, und unter allen den besonderen Umständen, die dabei Statt fanden, die Reibung, oder vielmehr der durchschnittliche Widerstand, $\varphi = \frac{y}{x}$ war. Auf einem *anderen* Bahnstück, mit stärkerem oder schwächerem Abhange, oder bei gröſserer oder geringerer Geschwindigkeit, kann er möglicherweise in bedeutend anderem Verhältniſs zur Schwere stehen, als auf dem vorigen Bahnstück. Es darf z. B. namentlich nicht geschlossen werden, daſs der Widerstand auf *horizontaler* Bahn das nemliche Verhältniſs zur Schwere haben werde, als auf der geneigten Bahn, auf welcher experimentirt worden ist. Auf eine horizontale Bahn ist die Rechnung nicht anwendbar und auf einer solchen der Versuch nicht ausführbar. D. H.]

(Die Fortsetzung folgt im nächsten Hefte.)

Anzeige. Gemäſs der vor einiger Zeit in öffentlichen Blättern gemachten Anzeige, glaubte der Herausgeber mit den daselbst versprochenen technischen Nachrichten von der projectirten Eisenbahn zwischen Berlin und Potsdam schon in dem gegenwärtigen Hefte beginnen zu können. Verschiedener Umstände wegen aber ist solches nicht möglich gewesen, und die versprochenen Nachrichten können erst in den nächsten Heften erfolgen.

10.

Einige technische Nachrichten über die Constructions-Art der Nord-Amerikanischen Eisenbahnen.

In keinem Lande, selbst in England nicht, sind bis jetzt verhältnifsmäfsig so viele Eisenbahnen wirklich ausgeführt worden, und im Dienst, als in den vereinigten Staaten von Nord-Amerika. Man hat also dort über diesen Gegenstand auch schon die meisten Erfahrungen haben machen müssen, worauf es in technischen Dingen so vorzüglich ankommt; und da die Nord-Amerikaner bekanntlich eine ganz vorzügliche Geschicklichkeit und Einsicht in technischen und industriellen Dingen besitzen: so läfst sich auch annehmen, dafs sie, durch Erfahrungen belehrt, ihre Eisenbahnen möglichst so gebaut haben werden, wie es für ihr Land und ihre Bedürfnisse am zweckmäfsigsten war. Zwar ändern sich nun die Bedürfnisse und die Mittel, ihnen zu genügen, mit dem Lande und dessen Bewohnern, so dafs, was in Amerika gut ist, nicht überall anderwärts ebenfalls empfohlen werden darf: aber die Verschiedenheit der Örtlichkeit zwischen Nord-Amerika und z. B. Deutschland ist in dem, worauf es bei der Art, Eisenbahnen zu bauen ankommt, wenigstens in Rücksicht der Beschaffenheit des Terrains und der Baustoffe, so grofs nicht, als dafs nicht Vieles von dem, was dort die Erfahrung als gut und zweckmäfsig gezeigt hat, es nicht auch hier sein sollte.

Es mufs daher nothwendig, in der jetzigen Zeit, wo der Eifer für Eisenbahnen überall, und auch in Deutschland, so sehr grofs geworden ist, insbesondere zunächst für alle Eisenbahn-Architekten von wesentlichem Interesse sein, zuverlässige und specielle technische Nachrichten und nähere Kenntnisse auch von den Nord-Amerikanischen Eisenbahnen zu erhalten. Und selbst die Unternehmer von Eisenbahnen und Actionnairs werden diese Nachrichten wesentlich interessiren, schon weil häufig die Constructions-Art der Nord-Amerikanischen Eisenbahnen, mit schwachen, auf hölzernen Balken ausgestreckten eisernen Schienen, in diesen und jenen allgemein raisonnirenden Schriften als Muster zur unmittelbaren Nachahmung

empfohlen wird, was freilich nur bedingungsweise, und für Deutschland selten, richtig ist, wo man vielmehr nur das, was sonst von den Principien der Amerikanischen Bauart gut und recht ist, nachahmen sollte, nicht das, was für die hiesige Örtlichkeit weniger paſst.

Wir glauben daher, den Lesern dieses Journals einen Dienst zu erweisen, wenn wir ihnen genaue und zuverlässige Notizen über die Amerikanischen Eisenbahnen, in möglichst gedrängter Kürze, hier überliefern.

Es finden sich dergleichen Nachrichten insbesondere in den beiden Schriften, welche der Herr Major Poussin über die neuen Canäle, Straſsen und Eisenbahnen in den vereinigten Staaten von Nord-Amerika in den letzten Jahren herausgegeben hat. Die erste dieser beiden Schriften hat den Titel: *Travaux d'améliorations intérieures projetés et exécutés par le gouvernement général des Etats-Unis d'Amérique de 1824 à 1831,* und ist 1834 erschienen; die zweite Schrift ist betitelt: *Chemins de fer américains; historique de leur construction, prix de revient et de produit; mode d'administration adopté; resumé de la legislation qui les regit etc.,* und ist in diesem Jahre erschienen. Herr Poussin war mit dem Herrn Ingenieur General-Lieutenant Bernard 15 Jahre lang, von 1815 bis 1830, in Amerika, wohin sie, unter der Verwaltung des Präsidenten Monroe, berufen worden waren, die zur Vertheidigung der vereinigten Staaten bestimmten militairischen Werke, in Verbindung mit denen zur Beförderung des Handels, der Schiffahrt und der Industrie, zu entwerfen und zu leiten. Der Herr Major Poussin wirkte bei diesen Arbeiten mit, hatte auf solche Weise die erwünschteste Gelegenheit, alle diese Gegenstände auf das genaueste kennen zu lernen, und hat nun darüber, mit dem Blick und der Einsicht eines geübten Sachkenners, dem Publico Bericht erstattet.

Es lieſse sich freilich nur gerade zu auf diese Schriften verweisen: allein wir glauben den Lesern zu nützen, wenn wir ihnen daraus das, was insbesondere die Eisenbahnen betrifft, und davon wiederum das, was sie zunächst am meisten interessiren kann, in möglichster Kürze, auszugsweise mittheilen. Denn die Schriften sind theuer, umfassen noch vieles Andere als die Eisenbahnen, und der Gebrauch fremder technischer Schriften ist immer beschwerlich, weniger noch wegen der fremden Sprache, als wegen der fremden Maaſse, Gewichte und Geldsorten, deren Übertragung zum Verständniſs unumgänglich nothwendig, aber mühsamer ist, als die der Worte selbst. Wir werden diese Übertragung, wie in dem gegenwär-

tigen Journale gewöhnlich ist, machen, und dadurch den Nutzen des Auszugs noch zu vergröſsern suchen.

Insbesondere aus der zweiten der oben genannten beiden Schriften werden wir das, was die Eisenbahnen betrifft, mittheilen; werden uns aber in den gegenwärtigen Blättern lediglich auf die Construction und den Kostenpunct der Eisenbahnen beschränken, das Übrige, ebenfalls noch ungemein Interessante und Lehrreiche, was die Schrift sonst noch über Verwaltung, Ausführung etc. der Eisenbahnen enthält, so wie das Urtheil, in wie fern das, was in Nord-Amerika für Eisenbahnen zweckmäſsig befunden worden, in Deutschland nachzuahmen sein möchte, einer anderen Gelegenheit vorbehalten.

Allgemeine Bemerkung.

Die Kette der Alleghany-Berge, welche mit der Küste des atlantischen Oceans ungefähr parallel läuft, theilt die Bodenfläche der Nord-Amerikanischen vereinigten Staaten in zwei Theile. Der Küstenstrich, zwischen den Alleghany-Bergen und dem Ocean, ist der kleinere, schmalere Theil, und bis jetzt am meisten bevölkert. Der andere Theil, von den Alleghany-Gebirgen bis zum stillen Meere, wird, so weit er zu den vereinigten Staaten gehört, fast ganz von dem ungeheuren, fast 60 000 Quadratmeilen groſsen Stromgebiete des Missisipi und der in diesen Strom einflieſsenden Flüsse Missouri, Ohio, Tennessee, Arkansas etc. eingenommen. Eine Hauptstraſse für die Staaten, nächst der, welche die Fluſs- und Canal-Verbindungen gewähren, und die allmälig durch eine Eisenbahn hergestellt werden soll, läuft zwischen dem Ocean und den Alleghany-Bergen, am Fuſse dieser entlang, von Nordosten nach Südwesten: von Boston, über New-York, Philadelphia, Baltimore, Washington, Columbia und Pensacola bis New-Orleans. Mit dieser Hauptstraſse sollen durch Querstraſsen, einerseits die Meeresküste, und andererseits die Länder zwischen den Alleghany-Bergen und dem stillen Meere, ebenfalls durch Eisenbahnen in Verbindung gesetzt werden.

Erster Abschnitt.

Eisenbahnen, parallel mit der Küste, die Alleghany-Berge entlang.

I. Verbindung von Boston und New-York.

Eisenbahn von Boston nach Providence, 8 Meilen und 1946 Ruthen lang.

Diese Strafse, mit einem Schienenpaare, übersteigt eine Wasserscheide von ungefähr 252 F. hoch, durch welche ein 70 F. tiefer Einschnitt gemacht ist, in welchem das Gefälle 1 auf 143 beträgt, was man Rampen und stehenden Dampfmaschinen vorgezogen hat. Die Dammkrone ist für eine doppelte Bahn, etwa 25 F. breit eingerichtet. Der Erbauer der Bahn ist der Ingenieur Herr M. G. Neill. Durch einen Meeres-Arm, bei Boston, hindurch, hat man den Damm auf Pfählen gegründet, welche unter Wasser abgeschnitten sind, und auf welche trocknes Mauerwerk gesetzt ist. Aufserdem hat man blofse Erddämme geschüttet. Der Damm durch den Meeres-Arm ist etwa 452 R. lang. Der Bau desselben ist kostbar und schwierig gewesen; gegenwärtig aber ist der Damm sehr dauerhaft. Die Fluth steigt dort gewöhnlich $10\frac{1}{2}$ F. hoch über die Ebbe. Von der Wasserscheide fällt die Bahn beständig nach Providence hin, mit einem Gefälle von 1 auf 250, im Maximo.

Die Bahn hat, auf englische Art, Stabschienen (*edge rails*) erhalten. Sie sind $14\frac{1}{2}$ F. lang, und wiegen 18 Pfd. der laufende Fufs. Die Schienen sind nach Taf. XIII. Fig. I. alle 3 Fufs 8 Zoll vermittelst Schienen-Stühle von $9\frac{1}{5}$ Pfd. schwer durch Querhölzer von Cedern (*Americus arbor vitae, thuya occidentalis Linn.*) unterstützt. Den Querschnitt der Schienen zeigt Fig. 4. und die Schienenstühle Fig. 6. Die Querhölzer ruhen im allgemeinen auf Mauerwerk, wie es die Figur zeigt, und da, wo Aufschüttungen sind, auch auf hölzernen Längschwellen, an einigen Stellen auch auf dem Felsengrunde, oder auf dem blofsen Boden. Diese hölzerne Unterstützung hat man statt der vorgeschlagenen Schienentragesteine gelegt. Schienen und Schienenstühle sind aus England gekommen.

Der Transport wird auf dieser Eisenbahn durch Dampfwagen geschehen, welche aus England angeschafft sind, und welche die 9 Meilen Weges in 2 Stunden durchlaufen werden.

Der Bau der Bahn ist im Jahre 1833 angefangen, ist 1834 zur Hälfte vollführt gewesen, und es wird 1836 eine Spur vollendet werden. Die Meile wird ungefähr 100 000 Rthlr. kosten (50 Fr. der Meter).

Mit dieser Strafse ist noch ein Seitenarm nach Durham, mit einer Bahn, verbunden. Derselbe ist gegen $\frac{1}{2}$ Meile lang und kostet etwa 84 000 Rthlr. auf die Meile.

Eisenbahn von Providence nach Stonington; 10 Meilen und 414 R. lang.

Der Erbauer derselben ist der Ingenieur Herr W. H. Swift. Das Terrain ist sehr günstig. Der höchste Punct liegt nur 194 F. über dem Meere. Das gesammte Steigen und Fallen beträgt 285 F. Das Maximum des Gefälles ist 1 auf 166, das mittlere Gefälle 1 auf 500. Der Boden ist granitisch. Der Damm ist 1833 angefangen und die Krone, für 2 Bahnen, $24\frac{1}{4}$ F. breit gemacht. Man wird nur eine Bahn legen, mit Ausweichestellen. Die Construction ist die nemliche, wie die zwischen Boston und Providence. Die Schienen wiegen $13\frac{1}{3}$ Pfd. der laufende Fufs, und die Strafse wird etwa 66 000 Rthlr. die Meile kosten; und da, wo man nur $10\frac{1}{2}$ Pfd. schwere Schienen auf hölzerne Schienenbalken gelegt hat, etwa 50 000 Rthlr. die Meile. Die gesammten Kosten für eine einfache Bahn sind folgende gewesen:

Damm-Arbeit	714 908 Rthlr.
Eisenbahn, Ausweichestellen etc. . . .	678 400 -
Terrain-Kosten, Befriedigungen etc. .	70 667 -
Bahnwagen etc.	146 396 -
	1 610 371 Rthlr.,

was auf die Meile etwa 157 000 Rthlr. und für eine zweifache Bahn etwa 170 000 Rthlr. macht. Die Halbmesser der Krümmungen sind, wie bei der vorigen Bahn, etwa 477 Ruthen lang. Die Bahn wird mit Dampfwagen und mit einer Geschwindigkeit von etwa $4\frac{1}{3}$ Meilen in der Stunde befahren werden. Die Bahn war (1834) in der Ausführung begriffen.

Eisenbahn von Long-Island.

Sie ist die Fortsetzung der beiden vorigen Bahnen und wird die Strafse von Boston nach New-York, zusammen $44\frac{1}{2}$ Meile lang, wovon 5 Meilen Dampfboot-Fahrt über die Meerenge von Stonington nach der Insel Long-Island sind, vervollständigen. Die Bahn auf Long-Island, nach der ganzen Länge der Insel laufend, wird $17\frac{1}{2}$ Meilen lang werden. Es ist dazu ein Capital von 1 866 666 Rthlr. zusammengebracht. Man rechnet,

dafs, da das Terrain durchweg günstig ist, die Meile für 80 000 Rthlr. herzustellen sein werde. Erbauer der Bahn wird der Herr Ingenieur M. G. Neill sein. Angefangen war 1834 von dieser Bahn der Theil von Jamaica, New-York gegenüber, bis Brooklyn, nach den Messungen des Ingenieur Douglass 5128 Ruthen lang. Die Bahn soll mit Dampfwagen befahren werden, mit 2⅓ Meilen Geschwindigkeit in der Stunde. Das Terrain ist überaus günstig, und nur auf eine kurze Strecke, wo die Bahn eine längs der Insel laufende Düne passiren mufs, erreicht sie ein Gefälle von 1 auf 264. Aufserdem ist der Abhang stetig fallend, um etwa 1 auf 330. Nirgend hat die Strafse einen namhaften Wasserlauf zu passiren. Krümmen kommen fast gar nicht vor; auch sind wenige Ausgrabungen zu machen. Da, wo die Bahn mehr über den Boden erhöht werden mufs, hat man sie auf eine Art hölzernes Gerüst, aus verbundenen Böcken bestehend, gelegt. Auch aufserdem weicht die Fundamentirung hier von der sonst gewöhnlichen ab. Man hat nemlich, wie es Fig. 2. Taf. XIII. vorstellt, statt aller liegenden Längs- und Querhölzer, 3 F. 2 Z. von Mitte zu Mitte auseinander, stehende Klötze, von Holz, 11½ Z. im Durchmesser und 3 F. 2 Z. hoch, mit dem dicken Ende nach unten, auf den natürlichen Boden gesetzt und die Erde um die Klötze herum recht fest gestampft. Man hat Acht gehabt, die Hölzer gerade so zu setzen, wie sie im Walde gewachsen sind. Ein Paar um das andere sind die Klötze durch eine dünne eiserne Querstange mit einander verbunden worden. Die Enden der Stangen sind in die Oberfläche der Klötze versenkt, so, dafs sie nicht darüber vorstehen, und dann vermittelst Krammen auf die Klötze befestigt. Die Hölzer sind mit heifsem Theer überzogen worden, um besonders ihre Köpfe gegen das Verfaulen zu schützen. Die Schienen haben im Querschnitte die Form Fig. 5. Sie sind 2 Z. 3½ L. hoch, oben 1 Z. 11 L. und unten 3 Z. 1 L. breit. Der laufende Fufs wiegt 3⅓ Pfd. [5 Kilogr. der Meter; was aber vielleicht ein Druckfehler ist, und vielleicht 15 Kilogr. heifsen soll; was dann 10 Pfd. auf den laufenden Fufs betragen würde. D. H.] Die Bahn selbst, und zwar eine einfache Bahn, hat nach dieser Constructionsart nur 34 000 Rthlr. die Meile gekostet, und in allem wird die Meile Strafse etwa 60 000 Rthlr. kosten. Man verspricht sich von den Klötzen eine 15jährige Dauer [die sie aber wohl schwerlich haben werden, D. H.], und glaubt, dafs alsdann die jedesmalige Erneuerung nur etwa 12 000 Rthlr. auf die Meile kosten werde.

Von den auf 213 333 Rthlr. geschätzten, gesammten Baukosten kommen 66 666 Rthlr. auf die Kosten des Terrains, weil die Unternehmer die schon vorhandene Chaussée zu kaufen verpflichtet worden sind. Die verschiedenen Holz-Arten, welche man verbraucht hat, sind: Acazien (*robina pseudo acacia L.*), Lerchenbaum (*larix*), weifse Sumpf-Eiche (*quercus alba*), Fichte (*pinus abies-primus*) und Kastanien (*castanea L.*) Die Verwaltungskosten berechnet man für diese Bahn auf jährlich 4 000 Rthlr. und eben so hoch die jährlichen Reparationskosten.

II. Verbindung von New-York mit Philadelphia.

New-York hat jetzt 280 000 Einwohner. Seine Handelsschiffe tragen 330 000 Tonnen. Die Douane hat im Jahre 1834 $13\frac{1}{3}$ Millionen Thaler eingetragen. Philadelphia, mehr Fabrik- als Handelstadt, und die eigentliche Hauptstadt der ganzen Union, hat 120 000 Einwohner. Ihre Handelsschiffe tragen 100 000 Tonnen. Zwischen diesen beiden Städten existirt seit lange eine Land- und eine Wasserstrafse. Es wird fortan noch zwei Verbindungen der Städte durch Eisenbahnen geben: die eine zum Theil mit Wasserfahrt verbunden, die andere ganz zu Lande. Die erste ist ganz vollendet. Auf derselben erstreckt sich die Eisenbahn

Von Amboy bis Camden, mit 2 Bahnen, 13 Meilen und 65 Ruthen lang.

Diese Eisenbahn ist von dem Herrn Ingenieur M. J. Wilson erbaut. Bei Amboy, wo das Terrain hoch liegt, befindet sich eine Rampe mit 1 auf 117 Abhang. Weiterhin hat die Strafse nur sehr schwache Gefälle, im Maximo von 1 auf 250. Der Halbmesser der Krümmen ist 146 Ruthen. Sie passirt mehrere Wasserläufe, auf wohl construirten Brücken. Die Spurweite ist, wie auch bei allen vorher beschriebenen Strafsen, 4 F. 7 Z. Fig. 3. Taf. XIII. zeigt die Construction der Strafse. Die Schienen sind, nach dem Modell von M. R. Stevens, von gewalztem Eisen, $15\frac{1}{2}$ F. lang, 2 Z. $\frac{3}{4}$ L. oben und 3 Z. $2\frac{1}{2}$ L. unten breit, 3 Z. $4\frac{4}{5}$ L. hoch. An der dünnsten Stelle sind sie 6 L. dick. Der laufende Fufs wiegt $13\frac{2}{5}$ Pfd. Sie sind aus England gekommen und der Centner hat 2 Rthlr. $22\frac{1}{2}$ Sgr. (100 Kilogr. 20 Fr.) gekostet. Die einzige Abweichung der Bauart dieser Bahn von der englischen besteht darin, dafs man keine Schienenstühle gesetzt, sondern die Schienen, welche an den Enden Krampen [Stollen oder Dübel (*crampons*)] haben, unmittelbar auf die Schienentragesteine befestigt

hat. Die Steine sind 1 F. 11 Z. im Quadrat und $9\frac{1}{2}$ Z. hoch. Ihre Mitten sind 3 F. $10\frac{2}{3}$ Zoll von einander entfernt. In die Steine sind Löcher gebohrt; diese Löcher sind mit hölzernen Pflöcken ausgefüllt, und in diese sind die eisernen Pflöcke getrieben, welche die Schienen an den Steinen festhalten. Zwischen die Steine und die Schienen sind dünne Hölzer gelegt, um den Stofs der Fuhrwerke auf die Steine zu mäfsigen. Die Fuhrwerke werden, mit $4\frac{3}{8}$ Meilen Geschwindigkeit in der Stunde, durch Dampfwagen fortgezogen, welche durch Herrn Stevens mehrere Vervollkommnungen erhalten haben. Seine Wagen überwinden besser die Hemmungen in den Krümmen, nnd der Raum im Kessel zur Dampferzeugung ist doppelt so grofs als gewöhnlich. Man brennt mit Vortheil Anthracitkohle. Die gesammten Kosten der Bahn sind wie folgt berechnet gewesen:

Für die Strafse selbst, mit 2 Bahnen . .	1 583 258	Rthlr.
Kosten des Terrains	163 652	-
Für Dampfboote	254 400	-
Für Fuhrwerke und Dampfwagen . . .	58 776	-
Für Quais	12 359	-
Zusammen	2 072 445	Rthlr.

Vorausberechnet waren also die Kosten zu etwa 160 000 Rthlr. **für die Meile:** betragen haben sie aber 236 000 Rthlr. auf die Meile.

Den ganzen Weg von New-York nach Philadelphia, 13 Meilen auf der Eisenbahn, und 5 Meilen zu Wasser, also 18 Meilen lang, legt man in 5 Stunden zurück. Die besseren Plätze für Reisende kosten, mit der Beköstigung am Bord der Dampfschiffe, 4 Rthlr. 7 Sgr. und die geringeren Plätze 2 Rthlr. 25 Sgr.

Auf der zweiten Eisenbahn-Verbindung von New-York und Philadelphia liegt zuerst die Strecke

Von New-York nach Paterson, mit 1 Bahn, 3 Meilen und 904 Ruthen lang.

Sie reicht von Jersey, am Hudson, New-York gegenüber, bis Paterson. Sie passirt die Hügel von Bergen und Berry, in einem Einschnitt im Felsen, von 48 F. tief. Ihre Länge beträgt nur 124 Ruthen mehr, als die einer ganz geraden Linie zwischen den beiden Endpuncten. Das stärkste Gefälle ist 1 auf 154, das mittlere 1 auf 250. Die Strafse ist von dem Herrn Ingenieur Ross-Winans erbauet und hat bis jetzt nur **eine** Bahn, wird aber sehr bald eine zweite erhalten, zu welcher auch der

Damm schon eingerichtet ist. Die Spurweite ist, wie bei der vorigen Bahn, 4 F. 7 Z. Fig. 7. Taf. XIII. zeigt die Construction dieser Bahn, da, wo das Terrain, und zwar auf einen bedeutenden Theil der Länge, sumpfig ist. Alle 2 F. 11 Z. sind unter den Schienen Löcher, 2 F. 4 Z. bis 3 F. tief, und 1 F. $7\frac{1}{4}$ Z. lang und breit, ausgegraben worden. Diese Löcher hat man mit Steinen, nach Macadamscher Art zerschlagen, ausgefüllt und die Steine recht fest gestampft. Auf diese Steinpfeiler hat man Querhölzer, von Cedern- und Acazienholz (*robinia pseudo acacia*), 6 F. 9 Z. lang und $7\frac{2}{3}$ Z. hoch, gelegt, und auf die Querhölzer, nach der Länge der Bahn, Schienenbalken, von $5\frac{3}{4}$ Zoll breit und $7\frac{2}{3}$ Zoll hoch. Auf die Balken sind geschmiedete eiserne Schienen genagelt, von $\frac{1}{2}$ Zoll dick, $3\frac{1}{7}$ Zoll breit und $3\frac{4}{7}$ Pfd. der laufende Fuſs schwer. Die Bahn passirt die Flüsse Passaic und Hackensack, darf aber die Fahrt der Segelschiffe auf diesen Flüssen nicht unterbrechen. Zu dem Ende wird die Brückendecke über diejenige Öffnung, welche zum Durchgang der Schiffe bestimmt ist, nicht sowohl, wie gewöhnlich, gehoben werden, sondern eine doppelte Bewegung erhalten, die eine nach unten, die andere horizontal: die Theile, welche die Schienenbahn bilden, ablösend. Die Kosten dieser Bahn sind auf 533 333 Rthlr. geschätzt.

Ferner liegt in dieser Richtung

Die Eisenbahn von New-Jersey, 6 Meilen und 745 Ruthen lang.

Sie ist nach der Constructionsart des Ingenieur Herrn Beach erbaut, und war 1834 noch nicht ganz vollendet. Sie reicht von Jersey bis New-Brunswick. Die Linie ist beinahe ganz gerade; der geringste Halbmesser der Krümmen, welche vorkommen, ist 80 Ruthen lang. Der stärkste Abhang der Bahn beträgt 1 auf 205. Auf einen Steinschlag sind Hölzer gelegt und auf dieselben platte Schienen genagelt, welche $3\frac{5}{8}$ Pfd. der laufende Fuſs wiegen. Die Spurweite der Bahn ist, wie die der vorigen, 4 F. 7 Z. Die gesammten Kosten sind auf 1 066 667 Rthlr. geschätzt; was für die Meile etwa 164 000 Rthlr. ausmacht.

Von New-Brunswick bis Trenton folgt eine gewöhnliche Chaussée, etwa $5\frac{1}{2}$ Meilen lang, die man in eine Eisenbahn umzuwandeln gedenkt, und darauf

Die Eisenbahn von Trenton nach Philadelphia, 5 Meilen und 1964 Ruthen lang.

Sie ist von dem Ingenieur Herrn Kneass erbaut, hat nur ein Schienenpaar, und läuft auf eine lange Strecke mit dem Delaware-Fluſs und

dem Canal von Easton nach Bristol parallel. Mit beiden Wasserstrafsen hält sie die Concurenz aus. Die Bahn geht durch die Stadt Bristol, und bis ins Innere von Philadelphia. In der Folge wird man ein zweites Schienenpaar legen. Die Schienen, von plattem Eisen, liegen auf Holz. Die Spurweite ist, wie bei den vorigen Bahnen, 4 F. 7 Z. Die Fuhrwerke werden abwechselnd von Dampfwagen und von Pferden gezogen. Die gesammten Anlagekosten haben 636 000 Rthlr. betragen; die Geschwindigkeit der Dampfwagen ist ungefähr $3\frac{1}{3}$ Meile in der Stunde.

Wenn die Eisenbahn zwischen New-York und Philadelphia ganz vollendet sein wird, so wird dieser Weg, von nahe an 18 Meilen lang, in 6 Stunden zurückgelegt werden, und die zweite Linie wird vor der über Amboy den Vorzug haben, dafs die Landfahrt durch keine Wasserfahrt unterbrochen ist.

III. Verbindung von Philadelphia mit Baltimore.

Es giebt zwischen diesen beiden Städten zwei Strafsen: die eine zu Wasser und über die Eisenbahn von Newcastle, die andere ganz zu Lande.

Die Eisenbahn von Newcastle nach Frenchtown, 3 Meilen und 923 Ruthen lang,

auf der ersten Strafse, den Wasserweg ergänzend, durchschneidet die Halbinsel von Delaware. Sie hat zwei Schienenpaare, und ist nur um 204 R. länger als die gerade Linie zwischen ihren Endpuncten. Sie besteht aus 6 einzelnen geraden Linien, durch Krümmen verbunden, deren kleinster Halbmesser 800 R. ist. Die Gefälle wechseln von 1 auf 200 bis auf 1 auf 350. Nur an einer Stelle, nach dem Thale des Elkflusses hinab, beträgt der Abhang 1 auf 176. Der Weg ist mit den Seitengräben 35 F. und in der Krone $25\frac{1}{4}$ F. breit. Fig. 8. Taf. XIII. stellt die Construction der Bahn auf einen grofsen Theil ihrer Länge vor. Längs aus läuft unter jeder Schiene ein recht fest gestampfter Steinschlag, von $17\frac{1}{4}$ Z. breit und $13\frac{1}{3}$ Z. hoch. Auf denselben sind der Länge nach Schwellen von Hemlockholz (Canadischer Fichte), (*Hemlock spruce, abies canadensis*, in Canada *perusse* genannt), $9\frac{1}{2}$ Zoll breit und $3\frac{5}{8}$ Zoll hoch, gelegt. Über diese Schwellen sind alle 2 F. 11 Z. Querstücke von Eichenholz (*quercus alba*), 7 F. 3 Z. lang und $7\frac{2}{3}$ Z. breit und dick, gelegt und auf die Schwellen mittelst Pflöcke festgenagelt. Über die Querstücke sind Schienenbalken aus

Georgischem Fichtenholz (*pinus rigida*), $5\frac{3}{4}$ Z. breit und hoch, gekämmt. Auf die Schienenbalken sind Schienen von 14 F. 10 Z. lang, 2 Z. 2 L. breit und $7\frac{1}{3}$ L. dick, $4\frac{3}{4}$ Pfd. der laufende Fuſs schwer, jede Schiene mit 12 Nägeln festgenagelt. Die Nagellöcher sind, quer über die Schienen, länglich. Unter die Stöſse der Schienen sind kleine eiserne Tafeln gelegt, um zu verhindern, daſs sich die Schienen in das Holz eindrücken. Sämmtliches Eisen zu dieser Bahn ist aus England gekommen. Auf etwa 2 Meilen lang liegt die Bahn nicht auf Holz, sondern, nach Fig. 9., auf Würfeln von Granit. Dieselben sind $19\frac{1}{2}$ Z. lang und $11\frac{1}{2}$ Z. breit und hoch. Ihre Mitten sind 2 F. 11 Z. von einander entfernt, und sie stehen auf Sand und Kies, der in vorher dazu gemachte Löcher fest eingerammt ist. Die Schienenbalken, so stark, wie auf dem vorigen, übrigen Theil der Bahn, ruhen auf diesen Würfeln und werden auf denselben, wie es die Figur zeigt, durch guſseiserne Knie festgehalten. Es sind auf dieser Straſse 85 076 Sch. R. Abtrag und 72 590 Sch. R. Aufschüttung vorgekommen. Bei Newcastle durchschneidet die Straſse, etwa 106 Ruthen lang, zwei Sümpfe. Durch dieselben liegt die Bahn, 19 F. hoch über der Oberfläche der Sümpfe, auf einem aufgeschütteten Damme. Die Meile Bahn, mit einem Schienenpaare, kostet dort, auf Holz, ohne Dammarbeit und Unterlagen, etwa 30 000 Rthlr., auf Steinen etwa 40 000 Rthlr., und mit allen Nebenkosten etwa 145 000 Rthlr.; mit zwei Schienenpaaren etwa 212 000 Rthlr. Diese Eisenbahn ist eine der ältesten in den vereinigten Staaten und im Jahre 1832 eröffnet worden. Sie ist damals von dem Dampfwagen Delaware befahren worden, welcher 70 Tage lang ununterbrochen im Gange gewesen ist und täglich öfters bis 14 Meilen zurückgelegt hat. Jetzt fahren auf derselben 4 englische Dampfwagen, aus der Stephensonschen Fabrik, die mit Holz gefeuert werden. Die Aufsicht auf das Fuhrwerk ist vortrefflich; die für die Fahrten bestimmte Zeit weicht nur um 5 Minuten ab. Die Bahn wird in 55 bis 60 Minuten durchlaufen. Von Strecke zu Strecke sind Wächter aufgestellt, welche vermittelst auf Masten angebrachter Zeichen den Zustand der Straſse anzeigen, und die in 3 Minuten von einem Ende der Bahn bis zum andern melden können, wenn Ausbesserungen nöthig sind, die dann sogleich erfolgen. Ein Dampfwagen zieht in der Regel 13 bis 14 Wagen, mit 200 Personen besetzt.

Auf der zweiten Strafse von Philadelphia nach Baltimore wird

Von Philadelphia bis Coatsville, 9 Meilen und 1438 Ruthen lang,

eine Eisenbahn mit 2 Schienenpaaren gebaut. Diese zweite Bahn, ganz über Land, ist hier sehr nützlich und nothwendig, weil durch die strengen Winter des dortigen Climas die Wasserfahrt lange unterbrochen wird, und die Fahrt über das Eis gefährlich ist. Ein Theil der Bahn dient zugleich zur Strafse nach Colombia. Die letztere passirt, nahe bei Port-Deposit, den Susquehanna-Flufs, auf einer schönen hölzernen Brücke, und ist 6 Meilen und 1350 R. lang. Das Terrain ist ungemein günstig. Es ist keine einzige bedeutende Brücke nöthig. Nur an einer Stelle beträgt der Abhang 1 auf 120; aufserdem nicht über 1 auf 176. Die Halbmesser der Krümmen sind nirgend unter 80 R. Die Kosten einer doppelten Bahn, auf Holz, mit platten Schienen, ist zu etwa 80 000 Rthlr. auf die Meile angeschlagen. Dieser Arm nach Columbia ist (1834) in der Ausführung begriffen.

Von Susquehanna nach Baltimore, 8 Meilen und 1544 Ruthen lang,

wird die Bahn von dem Ingenieur Herrn Latrobe gebaut. Die ganze Länge von Philadelphia bis Baltimore beträgt, ganz zu Lande, etwa 25 Meilen, und ungefähr eben so viel wie die der Strafse, zum Theil zu Wasser, über Newcastle. Auf der letzten sind zur Überfahrt 10 bis 11 Stunden, auf der Strafse zu Lande nur 7 Stunden Zeit nöthig. Das Terrain zwischen dem Susquehanna und Baltimore, obgleich sehr hoch, ist doch ziemlich eben, und es kommen auf der Eisenbahn nicht stärkere Abhänge vor, als 1 auf 260. Der Susquehanna hat sehr hohe Ufer, so dafs die Strafse dort tief eingeschnitten werden mufs; was sehr kostbar sein wird. Der Bau der Bahn ist nur mit einem Schienenpaare, und so wohlfeil als möglich construirt, begonnen worden, um noch von den etwa während des Baues sich ergebenden Vervollkommnungen Vortheil ziehen zu können. Man glaubt, dafs so die Meile, mit einem Schienenpaare, nur etwa 65 000 Rthlr. kosten werde.

IV. Eisenbahn von Baltimore nach Washington, 8 Meilen und 131 Ruthen lang.

Dieselbe ist vom Ingenieur Herrn J. Knight erbaut und vorzüglich zur schnellen Beförderung der Reisenden bestimmt. Durch Versuche fand man dort, dafs die Zugkraft auf einer guten, horizontalen Eisenbahn der 264ste Theil der Last, also beim Herabfahren von einem Abhange von

1 auf 264 gerade Null und beim Hinauffahren doppelt so grofs ist, als auf horizontaler Bahn. Ferner fand man, dafs ein gut eingerichteter Dampfwagen auf einige Zeit seine Kraft verdoppeln, aber nicht wohl noch stärker vergröfsern kann, so dafs sich also auf Abhängen von 1 auf 264 einerseits noch ohne Hülfskraft hinauf, und andererseits ohne Verlust verursachende Hemmkraft hinabfahren läfst. Deshalb hat man es sich bei dieser Eisenbahn zum Gesetz gemacht, dafs die Abhänge nirgend über 1 auf 264 betragen sollen. In Folge dessen können die Wagenzüge durch Dampfkraft, mit $4\frac{1}{4}$ Meile Geschwindigkeit in der Stunde, fortbewegt, also in 2 Stunden von Baltimore nach Washington geschafft werden, und umgekehrt. Zu dem Ende mufs ein Dampfwagen, welcher 6 Wagen, mit 100 Personen besetzt, fortziehen soll, 116 Ctr. wiegen, und die Räder müssen 3 F. 7 Z. und 4 F. 10 Z. im Durchmesser haben. [Die neueren Dampfwagen leisten mehr. Ein Wagen, der etwa 200 Ctr. wiegt, würde auf einer Bahn mit so geringem Gefälle, wie hier, an 600 Personen auf einmal, mit etwa 4 Meilen Geschwindigkeit in der Stunde, fortschaffen. D. H.] Das Terrain zwischen Baltimore und Washington ist ziemlich hügelig, und erhebt sich bis etwa 166 F. über die mittlere Höhe des Meeres. Die Summe des Steigens und Wieder-Fallens der Eisenbahn beträgt 392 F. Die Bahn ist auf 2986 Ruthen lang zugleich diejenige von Baltimore nach dem Ohio, und auf 402 Ruthen lang durchschneidet sie die Stadt Baltimore, auf welche Länge die Wagen von Pferden gezogen werden. Das Maximum der Gefälle ist, wie gesagt, 1 auf 264, und die Halbmesser der Krümmen sind nicht unter 106 Ruthen lang. Da es in der Gegend an Steinen zu Würfeln unter den Schienen fehlt, so hat man die Bahn auf Holz gelegt. Taf. XIV. Fig. 11., 12. und 13. stellt ihre Construction vor. Längs aus sind unter den Schienen Gräben von 17 Z. breit und $7\frac{2}{3}$ Zoll tief gemacht, und mit zerschlagenen Steinen, recht fest gestampft, gefüllt. Auf diesem Steinschlag liegen längs aus Schwellen von $6\frac{3}{4}$ Z. breit, und $5\frac{3}{4}$ Z. hoch; auf diese Schwellen sind alle 2 F. 11 Z. Querstücke von 6 F. $9\frac{1}{2}$ Z. lang und $4\frac{1}{5}$ Z. breit und hoch gelegt, und auf die Querstücke sind Schienenbalken, von Fichtenholz aus dem Süden, und von $5\frac{3}{4}$ Zoll breit und hoch, gekämmt. Auf die Schienenbalken sind gewalzte Schienen, mit $3\frac{1}{5}$ Zoll breiter Basis, befestigt. Diese Schienen sind im Ganzen 1 Z. 11 L. hoch, was für die Spurkränze der Räder hinreichend ist. Die Schienen sind 14 F. 7 Z. lang, und der laufende Fufs

wiegt $10\frac{1}{2}$ Pfd. Die Spurweite der Bahn ist, wie bei allen vorigen, 4 F. 7 Z. Die Bahn selbst, mit 2 Schienenpaaren, hat auf die Meile etwa 97 000 Rthlr. gekostet. Die Damm-Arbeiten sind auf 163 000 Rthlr. berechnet, die Schacht-Ruthe im Durchschnitt auf 3 Rthlr. 9 Sgr.; das Mauerwerk auf etwa 70 000 Rthlr. für die Meile, die Sch. R. auf 51 Rthlr. 20 Sgr. Die 12 745 Ruthen Bahn, so weit sie nicht zur Ohio-Strafse gehört, werden 2 133 333 Rthlr. kosten (die Meile also etwa 335 000 Rthlr.). [Hier folgen in der Schrift des Herrn Poussin interressante Details über die Kosten der Transporte auf dieser Bahn, die aber, da wir hier blofs über die Construction der Bahnen und die Baukosten Mittheilungen machen wollen, einer andern Gelegenheit verspart bleiben. D. H.]

Wenn die Eisenbahnen zwischen Boston und Washington ganz vollendet sein werden, so wird diese Entfernung, von fast genau 100 Meilen, wovon 30 Meilen auf Dampfbooten zu Wasser und die übrigen 70 Meilen auf der Eisenbahn zu fahren sind, in 24 Stunden zurückgelegt werden können.

V. *Von Washington, über Fredricksburg, nach Richmond.*

Ein Theil dieses Weges wird, auf dem Potomack-Flusse, zu Wasser zurückgelegt. Von Potomac-Creek bis Fredricksburg ist eine Eisenbahn, von etwa $1\frac{1}{2}$ Meilen lang, projectirt.

Die Eisenbahn von Fredricksburg bis Richmond wird 25 863 Ruth. lang werden. Der Plan dazu ist vom Ingenieur Herrn Robinson gemacht. Die Bahn hat mehrere Flüsse zu passiren, welche sich in die Chesapeake-Bai ergiefsen. Gleichwohl wird der Abhang nicht über 1 auf 151 steigen. Da die Gegend durchaus keine Steine liefert, so hat man bei der Bahn nur auf Holz und Ziegel rechnen können. Vorzüglich wird man eichen Holz nehmen. Die Querstücke sind $11\frac{1}{2}$ Z. im Durchmesser, und ruhen unmittelbar auf dem geebnetem Boden. Auf die Querstücke sind die Schienenbalken, von $8\frac{1}{4}$ Z. hoch und 5 Z. breit, gelegt. Die Schienen sind platte Eisen, von 2 Z. breit und $\frac{1}{2}$ Zoll dick, der laufende Fufs $3\frac{1}{2}$ Pfd. an Gewicht, Die Erd-Abträge sind im Durchschnitt zu 21 Sgr. und die Aufschüttungen zu 28 Sgr., das Mauerwerk ist zu 44 Rthlr. 9 Sgr. die Sch. R. angeschlagen. Die gesammten Kosten für die 25 863 Ruthen Bahn sind auf 971 000 Rthlr. geschätzt. Die Bahn wird mit Dampfkraft und mit $3\frac{1}{2}$ Meile Geschwindigkeit in der Stunde befahren werden. Der Bau derselben ist angefangen.

VI. Von Richmond nach Petersburg, etwa $4\frac{1}{4}$ *Meile lang,*

ist eine Eisenbahn entworfen, welche in einer Stunde durchlaufen werden wird.

VII. Von Petersburg bis Blakeley, 12 Meilen und 1120 Ruthen lang,

und nur 212 R. länger als die gerade Linie, wird eine Eisenbahn nach dem Plane des Herrn Ingenieur M. Robinson gebaut, mit hölzernen Schienenbalken. Das Gefälle ist nirgend stärker als 1 auf 173; die Halbmesser der Krümmen sind nicht kleiner als 400 R. Nach dem Raonoke-Flufs hinab wird eine Rampe nöthig sein. Zu der Bahn nimmt man vorzüglich Eichenholz (*quercus alba*); die Querhölzer sind etwa $11\frac{1}{2}$ Z. im Durchmesser; auf denselben ruhen die Schienenbalken, von $8\frac{4}{5}$ Z. hoch und 5 Z. breit. Die Schienen sind platte Eisen, 2 Z. breit, $\frac{1}{2}$ Z. dick, und $3\frac{1}{2}$ Pfd. der laufende Fufs schwer. Diese Construction ist für ein Schienen-Paar auf etwa 45 000 Rthlr. die Meile angeschlagen, wird aber etwa 60 000 Rthlr. kosten. Das Bau-Capital beträgt 533 333 Rthlr., wird aber überstiegen werden. Die Bahn wird mit englischen Dampfwagen, aus der Burryschen Fabrik, und von 15 bis 18 Pferden Kraft, befahren. Eine dieser Maschinen, 80 Ctr. schwer, hat 360 bis 400 Ctr. Nutzlast gezogen; eine andere, der Liverpool, 100 Ctr. schwer, mit $8\frac{1}{2}$ zölligen Cylindern, 17 Z. Hub, 4 wirkenden Rädern, und $3\frac{1}{4}$ Atmosphären Dampfspannung, hat 700 Ctr. Nutzlast, mit $3\frac{1}{3}$ Meilen Geschwindigkeit in der Stunde, fortgezogen.

VIII. Von Portsmouth nach dem Raonoke-Flufs, 12 Meilen und 1633 Ruthen lang,

auf dem Wege nach dem Hafen von Norfolk am Ausflufs der Chesapeake-Bai in den Ocean, ist eine Eisenbahn mit einem Schienenpaare durch den Ingenieur Herrn W. Gwynn gebaut worden. Ihr Gefälle beträgt nirgend über 1 auf 264; die Halbmesser der Krümmen sind nicht unter 465 R., und in der Regel 930 R. lang. Die Bahn wird mit Dampfkraft, ung zwar von leichten Dampfwagen befahren werden. Taf. XIV. Fig. 10. stellt ihre Construction vor. Die Schienen sind platte Eisen, von 2 Z. breit, $\frac{1}{2}$ Z. dick und $3\frac{1}{2}$ Pfd. der laufende Fufs schwer. Die Schienenbalken sind von Fichtenholz, und 5 Z. breit, $8\frac{4}{5}$ Z. hoch. Sie ruhen auf eichenen Querhölzern, von 7 F. 9 Z. lang, die 4 F. 10 Z. von Mitte zu Mitte entfernt gelegt sind. Die Spurweite der Bahn ist 4 F. 7 Z. Die Schienenbalken

sind auf die Querhölzer aufgekämmt, und darauf durch eichene Pflöcke befestigt. In der Mitte sind die Querhölzer etwas dünner gehauen, um einer Kiesbahn zwischen den Schienenbalken, für Pferde, Raum zu geben. Diese Kiesbahn giebt den Schienen eine noch festere Lage, und die Bahn kann nun eben sowohl mit Pferden als mit Dampfkraft befahren werden. Es ist zwar nur ein Schienenpaar gelegt; aber der Damm ist für 2 Schienenpaare eingerichtet. In den Einschnitten, welche 1füfsige Böschungen haben, ist die Dammkrone $15\frac{1}{2}$ bis $17\frac{1}{2}$ F., in den Aufschüttungen aber, deren Böschungen $1\frac{1}{2}$füfsig sind, nur $12\frac{3}{4}$ Fufs breit. [Hier mufs wohl ein Druckfehler sein; denn diese Breite würde für zwei Schienenpaare nicht hinreichend sein. D. H.] Die Kosten sind auf etwa 54000 Rthlr. für die Meile angeschlagen.

Am Raonoke endigen für jetzt (1834) die Eisenbahnen auf der mit dem Ocean parallel laufenden Hauptstrafse der Staaten. Sie soll aber in der Folge zunächst bis Charleston fortgesetzt werden. Wenn dieses geschehen sein wird, so wird man von Boston nach Charleston, 231 Meilen weit, in 72 Stunden gelangen können. Weiter gedenkt man dann noch mit der Eisenbahn in der Richtung auf New-Orleans zu gehen; und wenn diese Verlängerung gebaut sein wird, so wird man von New-York nach New-Orleans, etwa 305 Meilen weit, in etwa 6 Tagen gelangen können, statt dafs jetzt dazu 14 bis 16 Tage nöthig sind.

Uebersicht der Eisenbahnen auf der Hauptstrafse längs dem atlantischen Meere.

I. Ausgeführte Bahnen.

Länge der Bahnen mit 2 Schienenpaaren.	Länge der Bahnen mit 1 Schienenpaar.	Kosten auf die Meile. Steinbau.	Kosten auf die Meile. Holzbau.	Gewicht der Schienen auf den laufenden Fufs.
26 065 Ruth.	- - - -	236 000 Rthlr.	- - - -	13 Pfund.
- - - -	11 964 Ruth.	- - - -	114 000 Rthlr.	$3\frac{5}{6}$ - -
6 923 - -	- - - -	- - - -	212 000 - -	$4\frac{3}{5}$ - -
16 131 - -	- - - -	- - - -	368 000 - -	$10\frac{1}{2}$ - -
- - - -	25 633 - -	- - - -	53 400 - -	$3\frac{1}{2}$ - -
- - - -	25 120 - -	- - - -	60 000 - -	$3\frac{1}{2}$ - -
49 119 Ruth.	62 717 Ruth.	Im Durchschnitt kostet die Meile:		
111 836 Ruthen,		mit 2 Schienenpaaren . . .		290 000 Rthlr.
oder etwa 56 Meilen.		mit 1 Schienenpaar		76 000 Rthlr.

II. In der Ausführung begriffene Bahnen.

Länge der Bahnen mit 2 Schienenpaaren.	Länge der Bahnen mit 1 Schienenpaar.	Kosten auf die Meile. Steinbau.	Kosten auf die Meile. Holzbau.	Gewicht der Schienen auf den laufenden Fuſs.
- - - -	17 946 Ruth.	- - - -	100 000 Rthlr.	$13\frac{2}{5}$ Pfund.
- - - -	20 414 - -	- - - -	156 000 - -	$13\frac{2}{5}$ - -
- - - -	5 128 - -	- - - -	60 000 - -	$3\frac{1}{3}$ - -
- - - -	12 819 - -	- - - -	164 000 - -	$3\frac{5}{6}$ - -
- - - -	31 418 - -	- - - -	62 000 - -	$2\frac{2}{3}$ - -
	87 725 Ruth. oder etwa 44 Meilen.	Im Durchschnitt ist der Kosten-Anschlag für die Meile 108 000 Rthlr.		

Zweiter Abschnitt.

Eisenbahnen vom Atlantischen Meere nach dem Innern der vereinigten Staaten.

I. Im Staate Massachusetts.

Eisenbahn von Boston nach Worcester, 9 Meilen und 481 Ruthen lang.

Dieselbe liegt in der Richtung westlich nach Albany und ist der Anfang der Verbindung des Innern mit Boston, der thätigsten Handelstadt der Staaten, denn, obgleich nur 65 000 Einwohner enthaltend, beträgt ihre Handelsfracht, durch die jährlich ein- und auslaufenden 12 000 Schiffe, 25 000 Tonnen mehr, als selbst die von New-York, und den vierten Theil der gesammten Schiffsfracht der vereinigten Staaten.

Die Unternehmer-Gesellschaft der Eisenbahn nach Worcester ist 1831 mit einem Capital von $1\frac{1}{3}$ Millionen Thalern gegründet. Die Bahn fängt im Innern der Stadt Boston an und passirt den breiten Meeresarm am Ausflusse des Charles-Flusses auf einer Art Damm, theils von Mauer[illegible]k, theils von Holz. Bei Newton geht die Straſse über eine Brücke [illegible] 115 F. weiter Öffnung, und 35 F. hoch über dem Wasser, welche 80[illegible]thlr. gekostet hat. Bei dem Dorfe Needham liegt sie in einem 57 F. [illegible]n Einschnitte, und dann auf einem 48 F. hohen, 57 R. langen Damme. [illegible] wenig weiter ist sie, 53 R. lang, 29 F. tief durch Gra-

nitfelsen gehauen. Weiterhin geht sie, 212 R. lang, durch einen Weiher, dessen Gewässer 6½ F. hoch abgelassen worden sind, und ruht daselbst ganz auf Pfählen. Sie durchschneidet ferner die Chaussée nach Worcester und den Weiher von Morse, auf einem 74 R. langen und 45 F. hohen Damme. Beim Dorfe Natick, in welches sie in einem 19 F. tiefen Einschnitte durch Felsen gelangt, erreicht sie die gröfste Höhe. Von hier fällt die Bahn, mit 1 auf 176 Abhang, nach dem Weiher von Natick hinab, welchen sie mit einer etwas kurzen Krümmung umgeht. Weiterhin aber sind die Linien durch gröfsere Bogen verbunden. Den Weiher bei Elizabeth durchschneidet die Bahn auf einem 106 R. langen und 19 F. hohen Damme. Das Terrain ist auch weiterhin noch hügelig. Über dem Flusse Blackstone liegt die Bahn 480 F. hoch über dem Meere. Daselbst befindet sich ein Einschnitt von 48 R. lang und 35 F. tief. Für jetzt existirt nur 1 Schienenpaar; die Dammkrone aber hat, für 2 Schienenpaare, 24⅝ F. Breite erhalten. Die Abhänge von 1 auf 173 bis 1 auf 440 im Mittel sind so eingerichtet, dafs 1 Ctr. Zugkraft, in der Richtung von Boston nach Worcester 144 Ctr., und in der entgegengesetzten Richtung 411 Ctr., an den steilsten Stellen aber, bergauf noch 100 Ctr. fortschafft. Die Verschiedenheit der auf solche Weise für gleiche Lasten nöthigen Zugkraft wird durch die Verschiedenheit der Geschwindigkeit der Bewegung ausgeglichen, und es zieht ein 90 Ctr. schwerer Dampfwagen, mit 1 Meile Geschwindigkeit in der Stunde, 720 Ctr., mit 3 Meilen Geschwindigkeit, 300 Ctr., und mit 4 Meilen Geschwindigkeit, 200 Ctr. Ein Pferd würde mit 1 Meile durchschnittlicher Geschwindigkeit 60 Ctr. und mit 2 Meilen Geschwindigkeit 40 Ctr. fortschaffen. Der kleinste Halbmesser der Krümmen ist 80 R. lang, und das Steigen und Fallen der Bahn beträgt zusammen 634 F.

Die Construction der Bahn ist die, welche Taf. XIII. Fig. 1. vorstellt. Die Schienen wiegen 13⅐ Pfd. der laufende Fufs. Ein Schienenstuhl wiegt 14½ Pfd. Der Ctr. Schienen hat in England 2 Rthlr. 28 Sgr. und bis zur Stelle 4 Rthlr. 22 Sgr. gekostet. Die Schienen ruhen auf Querhölzern von Cedern (*thuya occidentalis*) und Castanien (*castanea vesca*), und die Querhölzer auf längsauslaufendem Mauerwerke; dessen Höhe nach dem Terrain und der Tiefe, bis zu welcher der Frost in die Erde dringt, verschieden ist. Die Kosten sind folgende gewesen:

Für Damm-Arbeiten	553 882 Rthlr.
Für die Schienenbahn, mit Ausweichestellen, . .	605 416 -
Für Grund und Boden	30 578 -
Für Transportmittel, Dampfwagen etc.	50 586 -
Für Übergänge über gewöhnliche Strafsen . .	6 251 -
Kosten des Projects und der Ausführung . . .	28 906 -
Zusammen	1 275 619 Rthlr.,

also auf die Meile etwa 137 000 Rthlr. Die Dampfwagen sind theils aus Englischen, theils aus Amerikanischen Fabriken. Sie durchlaufen $6\frac{1}{4}$ Meilen in 3 Stunden.

Diese Eisenbahn soll in der Folge über Albany nach den Seen fortgesetzt werden.

Man baut jetzt (1834) eine grofse Seitenbahn von Worcester über Springfield nach Hartford, etwa 17 Meilen lang. Die gröfsten Abhänge dieser Bahn sind 1 auf 152, das mittlere Gefälle ist 1 auf 500. Die Kosten sind auf 2 133 333 Rthlr. angeschlagen. Dieser Seitenarm vervollständigt zugleich eine der Strafsen von Boston nach New-York, deren andere Hälfte zu Wasser durch Dampfschiffe befahren wird.

Noch ein anderer, projectirter Seitenarm von Worcester auf Norwich, 13 Meilen lang, wird eine dritte Strafse von New-York herstellen.

Eisenbahn von Lowell, 5 Meilen und 894 Ruthen lang.

Dieselbe dient zur Verbindung der Fabrikstadt Lowell, welche durch die Benutzung der ungeheuren Wasserkraft der Fälle des Merrimack-Flusses seit 40 Jahren, wo sie noch nicht existirte, zu einer Stadt von 15 000 Einwohnern angewachsen ist, mit dem Hafen von Boston. Sie beginnt im Innern der Stadt Boston und liegt daselbst 7 F. über der Meeresfluth. Sie passirt den Charles-Flufs auf einer 1530 F. langen hölzernen Brücke. Ihr höchster Punct, im Dorfe Billerica, liegt 318 F. über dem Ausgangspuncte. Die angegebene Länge ist die, ohne die vielen Seitenarme nach den Etablissements von Merrimack. Das gröfste Gefälle der Bahn ist 1 auf 528, das mittlere Gefälle 1 auf 1056.

Taf. XIV. Fig. 14. und 15. stellt die Construction der Bahn vor. Sie hat zwei Schienenpaare. Die Dammkrone ist in den Einschnitten $20\frac{3}{4}$ und in den Aufschüttungen $19\frac{1}{8}$ F. breit. Die Schienen sind denen der Liverpooler Bahn ähnlich und aus England gekommen. Sie sind $11\frac{2}{3}$,

$14\frac{1}{4}$ bis $17\frac{1}{2}$ F. lang, und es wiegt der laufende Fuſs $13\frac{1}{10}$ Pfd. Die Schienenstühle, von Guſseisen, wiegen $16\frac{1}{3}$ Pfd. Man hat erst Fundamente von $28\frac{1}{2}$ Z. breit und 28 bis 38 Z. tief gemacht und auf dieselben Steinwürfel von Granit, von $3\frac{1}{4}$ bis $3\frac{1}{2}$ Cub. F. Inhalt, gesetzt. Diese Würfel sind 3 F. $2\frac{1}{4}$ Z. von Mitte zu Mitte entfernt und werden durch Querhölzer von 6 F. 10 Z. lang, $5\frac{3}{4}$ Z. hoch und $11\frac{1}{2}$ Z. breit, verbunden. Die Spurweite ist, wie bei den vorigen Bahnen, 4 F. 7 Z. Der Zwischenraum zwischen den beiden Schienenpaaren ist 5 F. 10 Z. Die Schienen stehen 9 Z. $11\frac{1}{4}$ L. hoch über den Tragesteinen. Ein 80 Ruthen langer Einschnitt der Straſse ist $38\frac{1}{2}$ F. tief durch Felsen mit Pulver gesprengt. Das gesammte Gefälle beträgt 136 F. Die Kosten sind vorher auf etwa 196 000 Rthlr. für die Meile angeschlagen gewesen, haben aber 212 000 Rthlr. betragen. Die Bahn wird mit $3\frac{1}{4}$ Geschwindigkeit in der Stunde, mit Dampfwagen befahren, die, nach englischen Mustern, in den Fabriken von Lowell verfertigt worden sind.

Eisenbahn von Quinci, 1 Meile und 1846 Ruthen lang.

Dieselbe ist die älteste in den vereinigten Staaten. Sie ist 1826 concessionirt und 1827 vollendet worden. Sie dient zum Transporte der Steine aus den Granitbrüchen von Neponset nach der Meeresküste. Die Bahn ist anfangs auf Holz gebaut, nachher aber auf Steinen fundamentirt worden. Die Schienen sind flach, 3 Z. breit und $4\frac{1}{3}$ L. dick. Sie sind unmittelbar auf Granitblöcke, vermittelst 3 Z. langer und $4\frac{1}{3}$ L. dicker Pflöcke, mit versenkten Köpfen, befestigt. Die Tragesteine ruhen auf trockenem Mauerwerke, welches in Einschnitte von 2 F. $4\frac{1}{2}$ Z. bis 3 F. 2 Z. tief gelegt ist. Andere Steinblöcke von 6 F. 10 Z. lang verbinden alle $6\frac{1}{3}$ F. die Tragesteine. [Es müssen also die Tragesteine hier eine ununterbrochen fortlaufende Unterstützung bilden, weil die Schienen, um freiliegend zu tragen, zu schwach sind. D. H.]

Ein Bahnwagen ladet 120 bis 140 Ctr. und wiegt leer 60 Ctr. Der gröſste Abhang, und zwar stetig nach dem Meere zu, ist 1 auf 195. Eine Rampe befindet sich auf dieser Eisenbahn, von 80 F. hoch und 363 F. horizontaler Länge. Auf dieser Rampe werden die leeren Wagen durch die beladenen hinaufgezogen. Die beladenen Wagen werden nach dem Einschiffungsplatze durch Pferde gezogen, mit 1600 R. Geschwindigkeit in der Stunde. In der Regel ziehen 3 Pferde 7 Wagen. [Also das Pferd ge-

gen 300 Ctr. D. H.] Man bedient sich eiserner Ketten. Die Steine aus dem Bruche bei Quincy werden sehr gesucht und viel und weithin gebraucht. Man macht daraus auch Platten zu den Trottoirs.

II. Im Staate New-York.

Eisenbahn-Verbindung von New-York mit dem Erie-See.

Diese Strafse ist in 6 Strecken getheilt.

Die erste, Hudson-Strecke genannt, reicht von Hudson bis auf die Wasserscheide zwischen dem Hudson und dem Delaware, bei Deer-Park, und ist etwa $15\frac{3}{4}$ Meilen lang.

Die zweite Strecke, die des Delaware, reicht bis zur Wasserscheide zwischen dem Delaware und Susquehanna, quer durch das Flufsgebiet des Delaware und seiner Nebenflüsse. Sie ist etwa $24\frac{3}{4}$ Meilen lang.

Die dritte, Susquehanna-Strecke, reicht bis zur Wasserscheide zwischen dem Susquehanna und Genesee, längs dem Flufsgebiete des Susquehanna. Sie ist etwa $34\frac{3}{4}$ Meilen lang.

Die vierte, Genesee-Strecke, etwa 8 Meilen lang, erstreckt sich bis zum Scheidepunct der Gewässer des Alleghany-Flusses.

Die fünfte, Alleghany-Strecke, längs dem Alleghany-Thale, reicht, $17\frac{3}{4}$ Meilen lang, bis zu einer Rampe am Ufer des Sees.

Die sechste, Erie-Strecke, enthält die Rampen nach dem See hinab, mit zwei Armen, deren einer, nach dem Hafen von Dunkirk, 3584 R. lang, der andere, nach Portland, 3860 R. lang ist.

Die Länge des gesammten Weges beträgt etwa $104\frac{1}{2}$ Meilen.

Die Rampen am Seeufer bekommen 1 auf 50 Abhang. Aufserdem giebt es noch 3 Rampen, mit 1 auf 77, 83 und 91 Abhang. Etwa 70 Meilen Eisenbahn bekommen weniger als 1 auf 266 und $4\frac{3}{4}$ Meilen mehr als 1 auf 91 Abhang.

Die gesammten Kosten sind auf 8 Millionen Thaler angeschlagen.

Der Bau ist noch nicht angefangen, der Kostenbedarf aber bereits gezeichnet. Der Erbauer wird der Ingenieur Herr Wright sein, der auch den Erie-Canal gebaut hat.

Eisenbahn von New-York nach Albany.

Diese Bahn, längs dem Hudson-Flusse, wird etwa 34 Meilen lang werden und 4 Millionen Thaler kosten. Sie würde besonders den Ver-

kehr im Winter aufnehmen; allein man ist noch zweifelhaft, ob sie gegen die leichte und wohlfeile Schiffahrt auf dem Hudson aufkommen möchte.

Eisenbahn von New-York nach Haerlem.

Dieselbe ist 2125 R. lang vollendet, und wird im Ganzen 3187 R. lang werden. Ihr Zweck ist die Verbindung mit einem Theile der Insel Manhattan, welche wegen ihrer gesunden und angenehmen Lage von den Einwohnern von New-York viel besucht wird. Die Eisenbahn beginnt im Innern der Stadt New-York, wo die Bahn doppelt ist, und mit Pferden gefahren werden mufs, und nicht schneller als 1 Meile in der Stunde. Auch hat sich die Stadt-Behörde das Recht vorbehalten, die Eisenbahn aus den Strafsen wieder wegschaffen zu lassen, wenn es nöthig befunden werden sollte.

Das Bau-Capital der Bahn beträgt 495 000 Rthlr. Die Bahn ist auf Tragesteinen von Granit fundamentirt. Die Kosten einer einfachen Bahn sind 310 000 Rthlr. auf die Meile gewesen. An einigen Stellen hat, 32 F. tief, durch Felsen gesprengt werden müssen. In den Strafsen von New-York nimmt die Eisenbahn 12 F. 8 Z. Breite ein. An jeder Seite bleiben noch 15 F. Breite für die Fuhrwerke, und $17\frac{1}{2}$ F. zum Trottoir längs den Häusern.

Verbindung von Albany mit den Seen.

Den Hudson, 34 Meilen hinauf, bis Albany, befahren grofse Segelschiffe, so dafs Albany gleichsam ein Meereshafen ist. Dampfschiffe legen den Weg in 8 Stunden zurück, und die Person bezahlt 2 Rthlr. 20 Sgr. Bei Albany mündet der Erie-Canal in den Hudson ein. Er ist $63\frac{3}{4}$ Meilen lang. Der Ertrag desselben hat, nächst den Zinsen, das Anlage-Capital schon wieder erstattet und gewährt jetzt dem Staate ein Einkommen von $1\frac{1}{3}$ Millionen Thalern jährlich, ungeachtet des wiederholten Herabsetzens des Tarifs. Der Verkehr auf dem Canal nimmt immer fort zu und beträgt jetzt gegen $9\frac{1}{2}$ Millionen Ctr. Besonders zur Beschleunigung der Transporte, und vorzüglich der Reisen der Anwohner, will man jetzt, die Ufer des Canals entlang, oder doch in derselben Richtung, eine Eisenbahn bauen.

Der erste Theil derselben

Von Albany bis Schenectady, 3 Meilen und 804 Ruthen lang,

ist durch den Ingenieur Herrn Jarvis mit zwei Schienenpaaren ausgeführt. Die Bahn ist 1830 angefangen und, zunächst mit einem Schienenpaare, im

August 1832 vollendet gewesen. Nachher ist das zweite Schienenpaar gelegt worden. Der Canal von Albany bis Schenectady hat 27 Schleusen und ist 10 090 Ruthen lang; die Eisenbahn ist nur 6 804 R. lang, und folgt nicht dem Fluſs-Thale von Mohawk, sondern bleibt fast in der geraden Linie, 324 F. über den Hudson sich erhebend. Ungeachtet der Schwierigkeiten des Terrains hat die Eisenbahn nicht den dritten Theil so viel als der Canal gekostet, gleichwohl aber mehr als irgend eine andere Bahn in den vereinigten Staaten.

Das Längenprofil der Bahn ist folgendes.

Von Schenectady bis zum Fuſse der ersten Rampe liegt die Bahn horizontal	967	Ruthen lang.
Die Rampe steigt 1 auf 18 und ist	166	- - -
Darauf liegt die Bahn horizontal, auf	1516	- - -
Sodann fällt sie 1 auf 450, auf	908	- - -
Ferner liegt sie horizontal, auf	667	- - -
Hierauf folgt ein Abhang von 1 auf 225, auf . .	341	- - -
Sodann liegt die Bahn wieder horizontal, auf . . .	465	- - -
Nun folgt ein Abhang von 1 auf 270, auf . . .	1341	- - -
Sodann eine horizontale Strecke bis zum Gipfel der Rampe bei Albany	11	- - -
Die Rampe bei Albnany hat 1 auf 18 Abhang und ist	251	- - -
Bis zum Quai von Albany hängt die Straſse 1 auf 20 ab, auf	171	- - -
Zusammen	6804	Ruthen.

Die Breite beträgt in den Einschnitten 36 F. 11 Z. und auf den Dämmen 25 F. $5\frac{1}{2}$ Z. Die Dämme sind bis 43 F. hoch, die Einschnitte bis 46 F. tief. Es sind einige Krümmen nöthig gewesen, deren stärkste, 80 R. Halbmesser hat. Auf der Rampe bei Schenectady, welche die Dampfwagen nicht ersteigen, beträgt jedoch der Halbmesser der Krümmen nur 57 R. Hier wird nur mit Pferden gefahren. Auf dem Gipfel jeder Rampe ist eine Krümme von 89 R. Halbmesser, und zwischen den Rampen sind andere Krümmen von 340 und 1861 R. Halbmesser. Die letzte Krümme befindet sich am Fuſse der Rampe von Albany nach dem Hudson. Sie hat 324 R. Halbmesser. Auf den beiden Rampen befinden sich stehende Maschinen.

Das Terrain ist im allgemeinen sandig. Die Schachtruthe Einschnitt hat etwa $17\frac{1}{4}$ Sgr., die Aufschüttung $19\frac{3}{4}$ Sgr. im Sande, und im lehmigen

Boden jene etwa 19¾ Sgr., diese 27 Sgr. gekostet. Die Brücken sind von Holz, mit steinernen Pfeilern und Stirnmauern. Sie spannen 28¾ F. weit. Die Brückenklappen haben 2 Z. dicke Bohlen, welche auf Balken von 7 Z. breit und 14½ Z. hoch ruhen.

Taf. XIV. Fig. 16. und 17. stellt die Construction vor. Die Schienenträger ruhen auf Steinwürfeln von 2¼ C. F. Inhalt, welche das Stück 19 Sgr. gekostet haben und 3 F. 2¼ Z. von Mitte zu Mitte entfernt sind. Die Würfel sind auf eine stark gerammte Lage von zerschlagenen Steinen gesetzt. Sie sind durch ein von 4 Menschen gehandhabtes Gewicht in ihre richtige Höhe gebracht und stabil gemacht worden. Die Schienen sind platt, und 6½ L. dick und 2 Z. 5 L. breit. Der laufende Fuſs wiegt 3⅘ Pfd. Die Schienenträger sind von Norwayschem Fichtenholz, und 5¾ Z. breit und hoch. Auf den Dämmen hat man Träger von Hemloo (*pinus canadensis*) gelegt. Daselbst sind erst Schwellen nach der Länge der Bahn gestreckt; quer über dieselben, alle 3 F. 2¼ Z., Querstücke, und auf diese die Schienenträger. Die Spurweite ist, wie überall, 4 F. 7 Z.

Die Fundamentirung auf zerschlagenen Steinen ist ziemlich kostbar gewesen. Die Schachtruthe hat 16 Rthlr. 18 Sgr. gekostet. Die Bettung jedes Steinwürfels enthält etwa 11 Cub. F. Im lehmigen Boden hat man die Bettungen mit einander quer über verbunden. Die hölzernen Schienenträger sind auf die Steine mittelst Schienenstühle und Kniee von Guſseisen befestigt; Es sind 3 mal so viel Kniee als Schienenstühle vorhanden. Die Schienen stoſsen an den Enden in einander, und ruhen dort auf eisernen Platten. Die Schienenträger sind mit einander durch eiserne Klammern verbunden. Die Hölzer im Holzbaue sind mit zerschlagenen Steinen und Erde bedeckt worden.

Die Bahn wird mit Dampfwagen, von 60 Ctr. schwer, befahren, und mit 3¼ Meilen Geschwindigkeit in der Stunde. Die Räder der Dampfwagen haben 4 F. 6 Z. im Durchmesser. Ein Dampfwagen zieht 160 Ctr. Fracht. [Vielleicht ein Druckfehler. D. H.] Die Maschinen sind in Westpoint gebaut.

Die Kosten sind auf 276 000 Rthlr. die Meile geschätzt gewesen und haben 593 000 Rthlr. betragen.

Der folgende Theil der Bahn von Albany nach den Seen ist der

Von Schenectady nach Utica, 17 Meilen lang.

Diese Eisenbahn ist besonders zum Transport von Passagieren bestimmt, welche die Eigenthümer des Erie-Canals mit schnellfahrenden

Schiffen auf dem Canal zu transportiren abgelehnt haben, weil die Eilschiffe die Canal-Ufer zu sehr beschädigen, und durch sie beständiger Aufenthalt und Collisionen bei den Schleusen für die Frachtschiffe entstehen, ja selbst die Sicherheit der Passagiere gegen Schaden aller Art gefährdet wird. Aus diesem Grunde vermag denn auch die Eisenbahn mit dem Canale zu concurriren. [Es ist ein eigenthümlicher Vorzug der Eisenbahnen vor Canälen, daſs man, wenn sie gehörig eingerichtet sind, mit der kleinsten, wie mit der möglich-gröſsten Geschwindigkeit darauf fahren kann, und daſs sie also zur Fortschaffung von Frachten und von Personen gleich geschickt sind, was bei Canälen, selbst wenn sie gar keine Schleusen haben, nie der Fall ist, indem eine so groſse Geschwindigkeit, wie sie durch Dampfwagen sich hervorbringen läſst, auf Canälen, wenn sie überhaupt für Schiffe möglich wäre, nie Statt finden kann und darf, da die Eilschiffe mit den andern unfehlbar zusammenstoſsen, auch auſserdem die Canal-Ufer zu sehr beschädigen würden. D. H.]

Die Bahn hat einstweilen nur ein Schienenpaar erhalten, aber der Damm ist für zwei Schienenpaare eingerichtet. Das Capital der Unternehmer beträgt 4 Mill. Thaler. Die Construction der Bahn ist wie die der vorigen Strecke von Albany nach Schenectady. Die Bahn folgt dem linken Ufer des Mohawk-Flusses. Ein Schienenpaar hat 80 000 Rthlr. die Meile gekostet; der Damm 33 000 Rthlr. auf die Meile.

Weiter nach dem Erie-See.

Von Utica bis Saratoga, $10\frac{1}{2}$ Meile auf dem gewöhnlichen Wege weit, ist noch keine Eisenbahn unternommen.

Für die Strecke weiter, von Saratoga bis Auburn, 6 Meilen lang, hat sich eine Unternehmer-Gesellschaft gebildet. Die Kosten sind wie die der Strecke bis Utica angeschlagen.

Von Auburn über Geneva nach Batavia, $18\frac{1}{2}$ Meilen lang, fehlt noch die Bahn.

Für die Strecke von Batavia bis Buffalo, am Erie-See (unweit des Niagara-Falles) ist wieder eine Unternehmer-Gesellschaft zusammengetreten.

Von Buffalo nach Blacksock ist ein Seitenarm, 1327 R. lang, ganz von Holz gebaut. Auf den Erdboden sind zwei Schwellen, von runden, nur oben beschlagenen Hölzern gelegt; quer auf dieselben Bohlen, wie zu einer Brückendecke, und auf diese, wieder längs der Straſse, über die

unteren Schwellen treffend, Schienenträger von 2 Z. hoch, 4 Z. breit, auf welchen die eisernen platten Schienen, von 5½ L. dick und 2 Z. breit, befestigt sind. Diese Construction hat 18 000 Rthlr. auf die Meile, und von den Schienen hat der Centner 3 Rthlr. 11 Sgr. gekostet. Das Holz hat man auf folgende Weise länger zu erhalten gesucht. Die untern Schwellen hat man auf gebrannten Kalk (*chaux vive*) gelegt, und sie darauf mit gelöschtem Kalk (*chaux éteinte*) überzogen. Nachdem die Querbohlen gut gefugt worden, hat man darauf einen flüssigen Cement (*ciment liquide*) (?) ausgebreitet, um alle Fugen zu füllen, und dann das Ganze mit Sand bedeckt. [Was dies bedeutend nutzen kann, ist nicht wohl einzusehn. Es kommt darauf an, was die Erfahrung ergeben wird. D. H.]

Zu einem Seitenarme von Buffalo nach Rochester (am Ontario-See) hat sich eine Unternehmer-Gesellschaft mit 1⅓ Mill. Thaler Capital gebildet.

Zu Rochester ist eine Eisenbahn zu dem Zwecke gebaut, um von dem durch Rochester gehenden und hoch liegenden Erie-Canal nach dem Ontario-See bei Genesee hinunter zu kommen. [Der Erie-Canal mündet nemlich in den Erie-See aus, welcher um die Höhe des Niagara-Falles höher liegt als der Ontario-See. D. H.] Die Länge dieser Bahn ist 1260 R.; das Gefälle derselben im ganzen 243½ F. Auf 336 R. lang hat sie 1 auf 1000 Abhang; auf die folgenden 678 R. 1 auf 166; weiter, auf 171 R. lang, 1 auf 53; auf die folgenden 47 R. 1 auf 6 und dann, 28 R. lang, bis zur Ladebrücke am See, ebenfalls 1 auf 6 Gefälle. Die Wasserfälle des Genesee-Flusses geben die Zugkraft auf den Rampen. Die Bahn hat 132 000 Rthlr. auf die Meile gekostet. Der Wasserkraft der Fälle des Genesee-Flusses verdankt es Rochester, daſs es seit 1817 von einem kleinen Dorfe zu einer Stadt von 15 000 Einwohnern und zu einem der bedeutendsten Handelsplätze im Binnenlande angewachsen ist.

Es ist ferner auch noch eine Eisenbahn von Rochester nach Dansville, 7½ Meilen lang, entworfen, aber noch nicht ausgeführt.

Straſse von New-York und Albany in der Richtung nach den Champlain-See und nach Canada.

In dieser Richtung liegt die

Eisenbahn von Schenectady nach Saratoga, 4 Meilen und 1144 Ruthen lang.

Sie ist 1831 angefangen und, mit einem Schienenpaare, 1833 vollendet worden. Sie reicht in die Städte Schenectady und Saratoga hinein,

und passirt den Erie-Canal und den Mohawk-Fluſs. Das Terrain ist ungemein günstig; die Bahn liegt fast durchweg beinahe horizontal und hat nirgends mehr als 1 auf 333 Abhang. Sie ist auf 1327 R. lang, wie Taf. XIV. Fig. 16. vorstellt, gebaut. Nach der Länge der Schienen sind, durchlaufend, 17½ Z. breit und tief, zerschlagene Steine, in Schichten von etwa 4 Z. dick, fest gerammt. Auf diese fortlaufenden Steinlager sind alle 3 F. 2 Z. Steinwürfel von 2¼ Cub. F. Inhalt so gesetzt, daſs ihre Oberfläche mit der des Bodens gleich hoch steht. Auf die Steinwürfel sind hölzerne Schienenträger, mittelst Keile und Schienenstühle von gegossenem Eisen, stark befestigt, und auf die Träger sind die Schienen gelegt. Alle 16 F. sind die Schienenträger mit einander durch Querstücke verbunden. Diese Bauart ist, wenn man gehörig für die Ableitung des Wassers von der Bahn sorgt, sehr fest. Der Rest der Bahn ist nach Fig. 17. gebaut. Zuerst sind auf einen Steinschlag, gleich dem vorigen, hölzerne Schwellen gestreckt. Quer über diese Schwellen sind alle 3 F. 2 Z. Querstücke eingekämmt, und auf die Querstücke sind Schienenträger ebenfalls eingekämmt. Diese Construction ist ebenfalls recht fest und sehr für Dampffuhrwerk geeignet; nur hängt ihre Dauer und Haltbarkeit von der sorgfältigen Ableitung des Wassers ab. Die ersten Dampfwagen auf dieser Bahn sind aus England gekommen. Sie legen 3 bis 3½ Meilen in der Stunde zurück, ziehen 300 Ctr. und werden mit Coaks gefeuert. Von Schenectady bis Saratoga währt die Fahrt 1 Stunde und 20 Minuten, und von Albany nach Saratoga 2½ Stunden. Die Kosten der Bahn von Schenectady nach Saratoga sind auf die Meile zu 76 000 Rthlr. geschätzt gewesen und haben 92 000 Rthlr., und im Ganzen 420 000 Rthlr. betragen. Die Schienen wiegen 4⅗ Pfd. der laufende Fuſs. Die Kosten der Erhaltung belaufen sich, die der Verwaltung eingeschlossen, auf 24 000 Rthlr., oder auf etwa 6 Procent des Anlage-Capitals und die Hälfte des Ertrages. [Diese ungemein hohen Erhaltungskosten rühren wohl von dem hölzernen Unterbau her. Massive Schienen würden gewiſs viel weniger zu erhalten kosten. D. H.] Jeder Reisende zahlt auf dieser Bahn 1 Rthlr. 22½ Sgr. [Ein sehr hoher Preis. D. H.] Nach New-York hin wird auf der Bahn insbesondere Schiffbauholz und in der entgegengesetzten Richtung viel Gips zur Düngung des Ackers transportirt.

Man gedenkt diese Bahn bis zum Fort Edward, etwa 4 Meilen lang, fortzusetzen. Die Kosten sind auf 66 000 Rthlr. für die Meile angeschlagen.

Philadelphia, an dem Durchschnitte der breiten (*broad*) und der Reben-(*vine*) Straße. Sie liegt, etwa ½ Meile oberhalb der Brücke über den Shuylkill-Fluſs, auf einer 997 F. langen Brücke, welche 29 F. hoch über Wasser ist. Diese Brücke hat 6 steinerne Pfeiler und steinerne Stirnen, und ist sehr gut gebaut. Sie ist gegen 39¾ F. breit. Ihre Mitte ist, 3 F. 10 Z. breit, zu Fuſspfaden bestimmt. Von den 18 Fuſs breiten Straſsen an beiden Seiten ist die eine den gewöhnlichen Fuhrwerken vorbehalten, die andere nimmt die beiden Schienenpaare der Eisenbahn auf. Von der Brücke an ersteigt die Bahn eine Rampe von 182 F. hoch, mit 1 auf 3,86 Gefälle. Oben stehen 2 Dampfmaschinen zum Heraufziehen der Wagen, jede von 60 Pferden Kraft, in einem steinernen, 2 Etagen hohen Gebäude, aus zwei Flügeln bestehend, die durch eine hölzerne Plateform verbunden sind, unter welche die Straſse hindurch geht. Das Heraufziehen der Wagen geschieht vermittelst einer eisernen Kette ohne Ende. Es werden 400 Ctr. Last in 15 Minuten, mit Inbegriff von 5 Minuten zu dem An- und Abhaken, hinaufgezogen.

Vermittelst dieser Rampe gelangt die Bahn auf die Wasserscheide zwischen dem Shuylkill und Delaware, welche 531 Fuſs hoch über der gewöhnlichen Meeresfluth bei Philadelphia liegt. Sie steigt hierauf den South-Valley-Hügel in das Chester-Thal hinab, und überschreitet den Valley-Creek auf einer 561 F. langen, 56 F. über dem Wasser hohen Brücke. Sie folgt der Südseite des Thales, und überschreitet, südlich von Downingtown, den östlichen Arm des Brandywine-Flusses, auf einer 452 F. langen, 25 F. über dem Wasser hohen Brücke, bei Coatsville aber den westlichen Arm des Brandywine, auf einer 815 F. langen und 71 F. über Wasser hohen Brücke. Hierauf folgt die Bahn dem nördlichen Ufer des Brandywine und den Ufern des Octorara-Creek, der in den Susquehanna fällt, und gelangt auf eine zweite Wasserscheide bei Mine-Hill, welche 539 F. hoch über der Meeresfluth liegt. Diese Wasserscheide passirt sie in einem langen und 26 F. tiefen Einschnitte.

Von hier fällt die Bahn westlich hinab. Sie überschreitet den Pegna-Fluſs, 17½ F. hoch über Wasser, auf einer 141 F. langen Brücke; den Mill-Creek, 39 F. hoch über Wasser, auf einer 528 F. langen Brücke, und den Big-Conestoga, 58 F. hoch über Wasser, auf einer 1371 F. langen Brücke. Diese letzte ist nach der Bauart des Ingenieurs J. Town gebaut.

dem Ontario-See, welche etwa $1\frac{3}{4}$ Meilen von Ithaca entfernt ist und 611 F. hoch über dem niedrigsten Wasserstande des Cayuga-Sees emporsteigt, an welchem Ithaca liegt. Im Ganzen beträgt die Höhe der Steigungen dieser Bahn 949 F. Von Ithaca ab hat die Bahn 1 auf 714 Abhang, bis an den Fuſs der ersten Rampe. Diese Rampe ist vielleicht die gröſste, welche irgendwo existirt. Sie ist, über einer horizontale Länge von 1682 F., 393 F. hoch, und hat also 1 auf 4,28 Gefälle. Oben steht eine Dampfmaschine, welche die Lasten hinaufzieht. Von da geht die Bahn, 226 F. lang, horizontal fort, und nun folgt eine zweite Rampe von 102 F. hoch, auf 2160 F. horizontale Länge, also mit 1 auf 20,6 Abhang. Von dem Gipfel dieser Rampe fällt die Bahn stufenweis nach Owego hinab. Am Fuſse der beiden Rampen hat man der Bahn einen leichten Gegen-Abhang gegeben, um die Geschwindigkeit der herabfahrenden Wagen zu mäſsigen. Am Gipfel der ersten Rampe sind sehr kostbare Damm-Arbeiten durch Felsen nöthig gewesen. Da, wo der Damm über den Boden erhöht werden muſste, hat man Mauern gesetzt und quer über dieselben Balken gelegt, welche die Schienenträger unterstützen. Unter denselben sind, zwischen den Mauern, Magazine und Wohnungen für die Leute bei der Eisenbahn. Da, wo die Bahn in Einschnitten oder auf dem natürlichen Boden liegt, hat man zwei parallele Gräben, $11\frac{1}{2}$ Z. tief, ausgehohlt und voll Kies gestampft. Auf den Kies hat man Schwellen gestreckt und auf diese, alle 3 F. 2 Z., Querhölzer gekämmt, welche die Schienenträger unterstützen. Das Holzwerk zur Bahn ist Eichen (*quercus alba*). Die Kosten der ganzen Bahn sind auf 427 000 Rthlr. angeschlagen. Die Meile hat etwa 76 000 Rthlr. gekostet. Die Erhaltungskosten rechnet man auf 29 000 Rthlr. jährlich. Die Actien stehen nur auf 73 Procent. [Dies rührt wohl mit von den Rampen her. D. H.]

III. Im Staate Pensylvanien.

Die Zwecke der Eisenbahnen in diesem Staate sind die nemlichen wie die der Canäle, nemlich, vorzüglich die Hauptstadt Philadelphia mit dem groſsen Mississippi-Thal und mit den Seen, durch Kohlenländer hindurch, zu verbinden.

Eisenbahn von Philadelphia nach Columbia, 17 Meilen und 868 Ruthen lang.

Sie ist ein sehr beträchtliches Bauwerk und von dem Herrn Ingenieur Wilson erbaut. Sie hat zwei Schienenpaare. Sie beginnt im Innern der Stadt

Dampfwagen vorhanden sind. Die Dampfwagen, welche bis jetzt die Bahn befahren haben, wiegen 120 Ctr. und ziehen 400 Ctr. Güter und Personen, etwa 2 Meilen weit in der Stunde, so daſs der Weg etwa in 8 Stunden und 15 Minuten zurückgelegt wird. Die neuen Dampfwagen, nach der Construction von Baldwin in Philadelphia, sind den Maschinen von E. L. Miller, auf der Eisenbahn von Süd-Carolina, ganz gleich, und viel wirksamer. Sie schaffen 1500 Ctr. in der Stunde 5000 bis 5800 Ruth. weit fort. Für die steileren Stellen kann man das Eingreifen der Räder verstärken.

Man beabsichtigt, die Bahn nach Harrisburg, etwa 6 Meilen weit, fortzusetzen. Der Plan dazu ist gemacht, und in wenigen Minuten ist zu Philadelphia das nöthige Anlage-Capital gezeichnet gewesen. Meistens finden sich in den vereinigten Staaten mehr Actien-Zeichnungen zu Eisenbahnen, als nöthig sind.

Eisenbahn von Portage, 7 Meilen und 1665 Ruthen lang.

Dieselbe liegt in der Fortsetzung der vorigen, und macht einen Theil der 84 Meilen langen Straſse von Philadelphia nach Pittsburg, oder vom Delaware-Flusse, oder dem Meere, nach dem Ohio aus. Vom Ende der vorigen bis zum Anfang dieser, so wie vom Ende dieser bis Pittsburg, ergänzt der Pensylvania-Canal die Straſse.

Die Eisenbahn von Portage bildet den Übergang über das Alleghany-Gebirge und ist das bedeutendste Werk ihrer Art in den vereinigten Staaten. Sie hat zwei Schienenpaare, und ist vom Ingenieur Hrn. Welch erbaut. Es befindet sich darin, an den Alleghanys, ein Tunnel, von 873 F. lang, 21 F. 5 Z. breit und 18 F. 6 Z. hoch, welcher 2380 F. hoch über dem Meere liegt und ganz durch Felsen getrieben ist, weshalb auch innen keine Einfassung mit Mauerwerk nöthig war, sondern nur an den Eingängen.

Die 4320 R. lange Bahnstrecke östlich vom Tunnel ersteigt eine Höhe von 1360 F. vermittelst 5 Rampen, welche 1 auf 10 bis 1 auf 14 Gefälle und zusammen 929 R. horizontale Länge haben. Die übrigen 3391 R. Bahn haben nicht über 1 auf 352 Abhang.

Die 11 273 R. lange Bahnstrecke westlich vom Tunnel fällt wieder 1139 F. hinab, ebenfalls vermittelst 5 Rampen, von gleichem Gefälle, wie die östlichen. Auſserdem hat die Bahn wieder nur 1 auf 352 Abhang.

Um diese Vertheilung der Gefälle zu erlangen, sind sehr bedeutende Einschnitte und Aufschüttungen nöthig gewesen. Eine derselben ist 64 F. hoch und enthält an 10 300 Sch. R. Eine andere, von 243 R. lang, enthält an 16300 Sch. R. Es befinden sich in der Bahn 4 Wegebrücken von Mauerwerk, mit 38 bis 79 F. weiten Öffnungen, 68 kleinere Brücken, von 3 bis 25 F. weit, und 85 Durchlässe. Eine der Wegebrücken hat 2 schiefe Bogen, von 38 F. Spannung und 19 F. Höhe. Die zweite hat 2 Bogen, von 38 F. weit und 22 F. hoch, die dritte eben solche 2 Bogen, von 29 F. hoch, und die vierte einen Bogen, von 79 F. Spannung und 77 F. Höhe.

Der interessanteste und zugleich malerischste Theil der Strafse ist der zwischen der Mühle von Croyle und dem Weiler Conemaugh, wo an den Quellen des Susquehanna- und des Alleghany-Flusses die Gewässer durch die Berge tiefe Schluchten gebrochen haben und die Aussicht ungemein schön ist.

Die Schienen dieser Bahn sind aus England gekommen und denen der Bahn von Preston nach Wigan in England gleich. Anfangs hat man Schienen von nur $9\frac{1}{4}$ Pfd. schwer nehmen wollen. Sie sind aber zu leicht befunden, und man hat nun $13\frac{1}{5}$ Pfd. schwere Schienen gelegt. Sie haben bis zur Stelle, 54 Meilen vom Meere entfernt, nur gegen 5 Rthlr. der Centner gekostet. Sie ruhen, nach Taf. XIV. Fig. 19., vermittelst Schienenstühle, auf steinernen Würfeln von etwa 3 Cub. F. Inhalt, welche auf und in zerschlagenen Steinen stehen, die in zuvor ausgegrabene Löcher stark eingestampft sind. An den aufgeschütteten Stellen hat man die Schienen vorläufig, bis die Erde sich ganz gesetzt haben wird, auf hölzerne Träger gelegt, welche auf Querhölzern ruhen. Eben so verhält es sich auf den Rampen.

Die gesammten Kosten dieser Bahn sind 3 200 000 Rthlr. gewesen. Die Meile hat 468 000 Rthlr. gekostet. Der gesammte Abhang auf der Bahn beträgt 2384 F.

Das vollständige Querprofil zeigt Taf. XIV. Fig. 18. Die gesammte Breite der Dammkrone ist 24 F. 3 Z. Die Spurweite ist 3 F. $10\frac{2}{3}$ Z., der Zwischenraum zwischen den beiden Schienenpaaren beträgt 4 F. 10 Z. und jedes Banquet an der Seite ist 5 F. $9\frac{5}{6}$ Z. breit.

Die Bahn wird mit Dampfkraft, und mit einer Geschwindigkeit von 4250 R. in der Stunde befahren. Jede Maschine zieht 3 Wagen, mit

racht beladen. Die Transportmasse beträgt etwa 1 070 000 Ctr. ten, und 618 000 Ctr. nach Westen. Die Fracht eines Centners tet auf die 84 Meilen von Philadelphia nach Pittsburg etwa 8 Sgr.

Eisenbahn von Philipsburg nach der Juniata, 5 Meilen und 1691 Ruthen lang.

Diese Bahn wird ebenfalls einen Übergang über die Alleghany-Berge bilden, und insbesondere zum Steinkohlen-Transport aus den Gruben westlich der Alleghanys dienen. Sie ist vom Ingenieur Herrn Robinson entworfen und jetzt (1834) in der Ausführung begriffen. Sie bekommt einen 106 R. langen Tunnel, und ersteigt vermittelst 4 Rampen die über den Ausgangspunct 1319 hoch liegende Wasserscheide, welche 531 R. lang vollkommen horizontal ist. Von da llt die Bahn vermittelst 2 Rampen nach den Kohlengruben und nach dem Dorfe Philipsburg hinab. Der Abhang der Bahn beträgt bis 1 auf 124, und das Gefälle ist von der Wasserscheide nach Osten hin stetig.

Die 6 Rampen haben verschiedene Längen und Abhänge. Die beiden westlichen haben, die eine 1 auf $5\frac{3}{4}$, die andere 1 auf $4\frac{1}{7}$ Abhang. Das Hinaufziehen soll durch eine auf dem Gipfel der obersten Rampe stehende Dampfmaschine von 20 Pferden Kraft und vermittelst eines hanfenen Seils ohne Ende geschehen, welches oben und unten über horizontale Räder läuft, so wie über ein drittes Rad eines beweglichen Wagens, vermittelst dessen und eines Hebels, oder eines in eine Grube oben auf der Rampe hinabsinkenden Gewichtes, man die Reibung des Seils zu verstärken gedenkt. Das hanfene Seil hat man vorgezogen, weil die Rampen nur einen schwachen Abhang haben; auch sollen die Rampen ihrer ganzen Länge nach ein Dach bekommen. Auf der zweiten Rampe könnte das Hinaufziehen durch Wasserkraft geschehen. Das Wasser des Coldstream-Baches würde in einen Behälter am Gipfel der Rampe geleitet werden müssen, der so hoch liegt, dafs Gefäfse von 3 bis $3\frac{1}{2}$ Tonne Inhalt daraus gefüllt werden könnten, die dann zu Gegengewichten dienen würden, um, gefüllt, die beladenen Wagen heraufzuziehen und, leer, von den herabfahrenden Wagen, oder nach den Umständen auch von den andern gefüllten Gefäfsen wieder heraufgezogen zu werden.

Die erste Rampe östlich hat 1 auf $6\frac{2}{7}$, die zweite 1 auf 3 Abhang. Die erste ersteigt 260 F., die zweite 200 F. Höhe. Die bewegende Kraft auf diesen Rampen soll das Übergewicht der beladenen Wagen über die

leeren sein. Zum Zuge wird man sich eiserner Ketten bedienen, welche oben und unten über horizontale Räder laufen. Die Bewegung des obern Rades wird durch eine bewegliche Luftmaschine (*maschine pneumato-mobile*) (?) geregelt werden. Die Rinnen der Räder, in welchen die Kette läuft, werden von eichen Holz sein, mit eisernen Rändern, und so ausgehöhlt, dafs die einzelnen Kettenglieder hineinpassen, damit die Kette nicht auf Eisen laufe, und weniger abgenutzt werde. Die Kettenglieder werden ferner von Spitzen ergriffen werden, welche sie am Gleiten hindern.

Die dritte Rampe ersteigt, über 832 F. horizontaler Länge, $146\frac{1}{2}$ F., und die vierte, über 920 F. horizontaler Länge, 178 F. Höhe. Auch hier soll das Hinaufziehen durch das Übergewicht der beladenen Wagen über die leeren geschehen, ohne Hülfe irgend einer Maschine.

Die gesammte, von der Bahn erstiegene Höhe beträgt, westlich von den Alleghanys, 258 F., und östlich 1319 F.

Fig. 10. Taf. XIII. zeigt die Construction der Bahn. Sie bekommt, aufser auf den Rampen, nur ein Schienenpaar. Die Dämme werden sogleich vollständig geschüttet werden; ausgenommen an einigen Stellen, wo man vorläufig einen hölzernen Unterbau und erst später statt dessen die Erdschüttung machen wird. Pfeiler und Stirnen der Brücken werden von Steinen sein, die Fahrbahnen derselben von Holz.

Die Querhölzer unter den Schienenträgern sind von Eichen, 7 F. 7 Z. lang und $11\frac{1}{2}$ Z. hoch. Sie ruhen, mit einer Fläche von 9 Z. breit, auf der blofsen Erde, und sind 4 F. 10 Z. von Mitte zu Mitte von einander entfernt. Da, wo es nöthig ist, wird unter den Querstücken ein Steinschlag, längs dem Wege, in dazu vorher ausgehöhlten Gruben, gemacht. Die Schienenträger sind von Eichen (*quercus alba*), oder von kernigen Fichten (*pinus strobus*) und auf die Querhölzer aufgekämmt. Sie sind 5 Z. breit und 9 Z. hoch. Die Entfernung der inneren Ränder der Schienenträger von einander beträgt 4 F. 7 Z. Die Schienen sind, nach Fig. 24. Taf. XV., platt, $2\frac{1}{4}$ Z. breit, 6 L. dick, und wiegen $3\frac{1}{2}$ Pfd. der laufende Fufs. Sie sind auf das Holz, jede vermittelst fünf 5 Z. langer Pflöcke von geschmiedetem Eisen, befestigt. Die Enden der Schienen ruhen auf eisernen Tafeln von $4\frac{1}{4}$ Z. breit und $\frac{9}{10}$ L. dick. Die Schienenträger sind oben etwas abgeschrägt, um den Ablauf des Wassers zu befördern.

Die Bahn wird mit Dampfwagen, ähnlich denen der Bahn von Schuylkill, von 15 bis 20 Pferden Kraft, und mit etwa $2\frac{1}{2}$ Meilen Geschwindig-

keit in der Stunde, befahren. Man rechnet die gesammten Kosten der Bahn auf 400 000 Rthr., was auf die Meile etwa 68 000 Rthlr. ausmacht.

Man zählt auf eine Transportmasse von etwa 1 700 000 Ctr. jährlich, besonders Steinkohlen, die den besten englischen gleich sind, und Eisenerz, welches vortreffliches Eisen giebt. Die Fracht wird etwa 3 Spf. der Centner kosten. Auf Passagiere ist vorläufig nicht gerechnet.

In einer andern, mehr nördlichen Richtung von Philadelphia nach dem Innern, über die Alleghany-Berge hinweg, welche in dieser Richtung 637 F. hoch über den Ausgangspunct zu übersteigen sind, liegen folgende Eisenbahnen mit verschiedenen Seiten-Armen.

1. Die Eisenbahn von I nantown, 1 Meile und 788 Ruthen lang.

Sie ist vom Ing Herrn . Strickland erbaut. Das mittlere Gefälle beträgt 1 auf 165, das stärkste 1 auf 117. Sie ersteigt 287 F. Höhe. Es sind des Terrains wegen viele Krümmen nöthig gewesen. Sie haben 53 R. Halbmesser. Die Schienen wiegen 12 Pfd. auf den Fufs. Die Bahn wird mit Dampfwagen und nicht ganz 2 Meilen Geschwindigkeit in der Stunde, befahren. Sie hat 270 000 Rthlr. die Meile gekostet. Die Wirkung der Dampfwagen auf dieser Bahn ist nur halb so grofs, als sie in horizontaler und kürzerer Richtung gewesen sein würde. Deshalb ist man mit der Fortsetzung der

Eisenbahn bis Norristown, 4 Meilen und 1399 Ruthen lang,

schon ½ Meile weit von Philadelphia von der vorigen abgegangen, und hat sie in das Thal des Schuylkill-Flusses gelegt. Das mittlere Gefälle ist hier 1 auf 176. Diese Bahn bekommt, ähnlich der von Clarence, massive, 14 F. 7 Z. lange, 10⅞ Pfd. auf den laufenden Fufs wiegende Schienen, die aus England gekommen sind und etwa 4 Rthlr. der Centner gekostet haben. Das Werk ist in der Ausführung begriffen und die Kosten sind auf 160 000 Rthlr. für die Meile geschätzt. Die Halbmesser der Krümmen sind 80 R. lang.

Die Eisenbahn von Norristown bis Reading, 8 Meilen und 1275 Ruthen lang,

ist die Fortsetzung der vorigen im Schuylkill-Thale und vom Ingenieur Herrn M. Robinson erbaut. Sie ersteigt 183 F. Höhe, und das stärkste Gefälle ist 1 auf 293. Der kleinste Halbmesser der Krümmen ist 80 R. Es befindet sich auf dieser Bahn ein 159 R. langer Tunnel. Die gewalzten und hochkantigen, 13 Pfd. auf den Fufs schweren Schienen, denen

der Bahn von Amboy nach Camden gleich, ruhen auf Holz. Die Meile hat, für ein Schienenpaar, etwa 154 000 Rthlr. gekostet. Die Bahn wird von Dampfwagen, mit $3\frac{1}{5}$ Meile Geschwindigkeit in der Stunde, befahren.

Die Eisenbahn von Reading bis Port-Clinton, 4 Meilen und 439 Ruthen lang,

ist die Fortsetzung der vorigen, und liegt ebenfalls im Schuylkill-Thale. Das Terrain war aber ungemein schwierig; denn die Bahn reicht bis mitten in die Blauen-Berge, ein Zweig der Alleghanys, quer durch welche der Schuylkill sich seine Bahn gebrochen hat, hinein. Deshalb sind sehr bedeutende Damm-Arbeiten, und an einer sehr engen Stelle des Flusses, am Pupit-Rock, ist ein Tunnel durch Felsen, von etwa 160 R. lang, nöthig gewesen. Gleichwohl ist das Gefälle der Eisenbahn nirgend stärker als 1 auf 277. Der gröſsere Theil des Fuhrwerks geht bergab. Die Krümmen der Bahn haben nicht kleinere Halbmesser als 114 R. Die Bahn ist wie die vorige gebaut, und die Schienen wiegen 12 Pfd. der laufende Fuſs. Sie wird, wie die vorige, und mit gleicher Geschwindigkeit, von Dampfwagen befahren. Die Kosten auf die Meile sind 252 000 Rthlr. gewesen. Die Transportkosten sind bergab etwa $1\frac{7}{8}$ Spf. für den Centner auf die Meile.

Weiter von Port Clinton bis Pottsville, 4 Meilen weit, fehlt noch eine Eisenbahn. Dagegen wird

Die Eisenbahn von Pottsville nach Danville, 8 Meilen und 1524 Ruthen lang,

gebaut. Das Terrain ist sehr bergig, und es sind deshalb 5 Rampen und ein Tunnel nöthig. Die eine Rampe ersteigt 331 F. Höhe, über 1564 F. horizontaler Länge; die andern vier ersteigen zusammen 670 Fuſs Höhe. Der Tunnel ist 200 R. lang. Die Schienen wiegen $10\frac{2}{3}$ Pfd. der laufende Fuſs. Die Kosten sind zu 166 000 Rthlr. auf die Meile angeschlagen.

Wenn die Bahnen in dieser Richtung ganz vollendet sein werden, so werden die 30 Meilen Weges von dem Susquehanna nach dem Delaware in 10 Stunden zurückgelegt werden. Die Frachtmasse auf dieser Straſse beträgt an $2\frac{1}{2}$ Millionen Centner.

Fünf verschiedene Seitenarme nach den Kohlengruben, zusammen 10 Meilen und 1548 R. lang,

sind auf Holz gebaut, zum Theil mit $10\frac{2}{3}$ Pfd. schweren, hochkantigen, zum Theil mit 4 Pfd. schweren, platten Schienen. Etwa 5 Meilen davon haben zwei Schienenpaare; der Rest hat nur ein Schienenpaar. Die Ko-

sten sind sehr verschieden gewesen, nemlich 40, 132, und 166 Tausend Thaler auf die Meile für die einfache, und 176 000 Rthlr. für die doppelte Bahn.

IV. Im Staate Maryland.

Die vorzüglichste Eisenbahn in diesem Staate hat den Zweck, die Handelstadt Baltimore, jetzt von 120 000 Einwohnern, ebenfalls mit dem Mississippi-Thale, durch den Obio zu verbinden. Sie wird mit einem Canale zugleich und neben schon vorhandenen Chausséen gebaut.

Eisenbahn von Baltimore nach dem Ohio, $66\frac{1}{4}$ Meilen lang, wovon (1834) $17\frac{1}{2}$ Meilen vollendet waren.

Die Bahn beginnt in der Stadt Baltimore selbst, am Hafen. Durch die Stadt, bis zum Bahnhofe aufserhalb der Stadt, wird mit Pferden gefahren. Von da an werden die Passagiere durch Dampfkraft befördert.

Vom Bahnhofe aus passirt die Eisenbahn, auf einer schönen Brücke, den kleinen Flufs Maiden-Choice, und richtet sich nach dem Thale des Patapsco. Sie verfolgt dieses Thal, bei der Thistle-Mühle von dem linken auf das rechte Ufer, und bei den Piney-Falls wieder auf das linke übergehend, bis zu den Quellen des Patapsco. Hier übersteigt sie die Wasserscheide zwischen dem Patapsco und dem Potowmack, vermittelst eines Durchschnitts des Hügels Parr-Spring. Diese Wasserscheide liegt 789 F. hoch über dem Meere. Zur Übersteigung dieser bedeutenden Höhe sind 2 Rampen östlich und 2 Rampen westlich der Wasserscheide nöthig gewesen, jene mit 1 auf 20 und 1 auf 30, diese mit 1 auf 20 und 1 auf 23 Abhang. Diese letzte Rampe ist die kürzeste, und hat nur 1816 F. Basis; die vorletzte ist die längste, und hat 3059 F. Basis. Die beiden Rampen sind durch eine horizontale Strecke von einander getrennt, und dehnen sich, mit derselben zusammen, 614 R. aus. Der Durchschnitt durch die Wasserscheide ist $47\frac{1}{2}$ R. lang und 19 F. tief. Die auf der Wasserscheide entlang führende Landstrafse geht darüber auf einer Brücke hin.

Man ist sorgfältig bemüht gewesen, die rechte Stelle für die Rampen und die besten Gefülle und den Ort der horizontalen Zwischenstrekken auszumitteln. Der Zug geschieht auf den Rampen von fest stehenden Dampfmaschinen, und durch Seile. Man hat berechnet, dafs hier, auf der steilsten Rampe, die Spannung des Seils, wenn man einen Wagenzug von

400 Ctr. schwer aufwärts zöge, eben so stark sein würde, wie auf den Rampen von Rainhill und Sutton, zwischen Liverpool und Manchester, wenn es dort ebenfalls stehende Maschinen gäbe. Es würden 6 Wagen, 400 Ctr. an Gewicht, vermittelst einer Dampfmaschine von 60 Pferden Kraft, ohne Hülfe der herabfahrenden Lasten, mit einer Geschwindigkeit von 2920 R. in der Stunde hinaufgezogen werden. Es könnten also etwa 300 Ctr. Nutzlast die etwa 265 R. lange Rampe in 5 Minuten hinaufgeschafft und, mit Rücksicht auf die Zeit zum An- und Abhaken, in der Stunde 8 Wagenzüge über die Rampe gefördert werden. Die Frachtmasse nach Osten ist 5 mal so stark, als die nach Westen. Man könnte also an der Wasserscheide bei Parr-spring das Gewicht der herabfahrenden Wagen zu Hülfe nehmen, so dafs die Maschine schwächer sein könnte, als von 60 Pferden Kraft. Man würde immer täglich, in 10 Stunden Arbeitszeit, 28 800 Centner, und jährlich etwa 10 Millionen Centner befördern können. Die andern Rampen erfordern Maschinen von 40 Pferden Kraft.

Von dieser ersten Wasserscheide begiebt sich die Eisenbahn weiter in das Thal des Bush-Creek, und überschreitet den Monocacy-Flufs, wo ein 1460 R. langer Seitenarm nach der Stadt Frederik gebaut wird. Sie nimmt hierauf eine südwestliche Richtung und erreicht, nachdem sie den Capellenhügel und den Tuscarrora-Bach überschritten hat, wo ein Marmorbruch ist, das Thal des Potomac, an der Stelle des Durchbruchs dieses Flusses durch die Catoctin-Berge, Point of rocks genannt, wo derselbe zwischen steilen Felsen eng eingeschlossen ist. Hier ist es, wo die Eisenbahn, bei ihrer Fortsetzung, mit dem Ohio-Canal zusammengestofsen ist, und wo es an Raum für beide fehlte; was anfangs, wegen der verschiedenen Interessen des Canals und der Eisenbahn, grofse Schwierigkeiten gemacht hat, die die Vollendung beider Unternehmungen bedroht hatten, die aber durch wechselseitige Nachgiebigkeit glücklich beseitigt worden sind. Der Canal ist schon 7 und die Eisenbahn an 3 Meilen weiter vorgerückt. Sie liegt, bis Harpers-Ferry, auf dem Leinenpfade des Canals.

Dort verbindet sich mit ihr der 6 Meilen lange Anfang einer Seitenbahn nach Harrisburg, Staunton, Lexington und Abingdon.

Von Harpers-Ferry wird die Ohio-Bahn zunächst weiter dem Thale des Potomac folgen und zuletzt den Ohio in der Gegend von Wheeling erreichen. Ihre ganze Länge, von $66\frac{1}{4}$ Meilen, wird in 24 Stunden zurück-

gelegt werden können, und das ganze Werk wird etwa $6\frac{2}{3}$ Millionen Thaler kosten.

Die Alleghany-Berge wird man durch Rampen, auf die Weise, wie bei Parr-Spring, übersteigen. Die Geschwindigkeit wird daselbst etwas über 2 Meilen in der Stunde betragen.

Der vollendete Theil der Bahn, von Baltimore bis Harpers-Ferry, $17\frac{1}{2}$ Meilen lang, hat nahe an 5 Millionen Thaler gekostet; die Meile etwa 282 000 Rthlr. Dieser vollendete Theil hat zwei Schienenpaare. Die Gefälle sind, östlich von der Wasserscheide bei Parr-Spring, sehr ungleich: von 1 auf 20, 30, 60, 75, 142 bis 377. Westlich sind sie regelmäfsiger und nicht stärker als 1 auf 285. Der Halbmesser der kürzesten Krümmung ist $26\frac{1}{2}$ R. Die Schienen wiegen theils $3\frac{1}{2}$, theils 12 Pfd. der laufende Fufs. Die Geschwindigkeit der Fahrt beträgt $1\frac{3}{4}$ bis $3\frac{1}{3}$ Meilen in der Stunde, und es wird theils mit Pferden, theils mit Dampf gefahren. Die Actien haben lange unter pari gestanden: jetzt werden sie mit ihrem Nennwerth bezahlt. Die Erhaltungskosten der Bahn haben im Jahre 1834, für die Bahn selbst, etwa 32 000 Rthlr., die allgemeinen Ausgaben etwa 41 000 Rthlr., die Kosten der Transportkraft etwa 91 000 Rthlr. und die Kosten der Erhaltung der Transportmittel etwa 23 000 Rthlr. betragen. Die reine Einnahme ist nur etwa 101 000 Rthlr., also nur etwa 2 Procent des Anlage-Capitals gewesen; aber nach Vollendung der Bahn bis zum Ohio rechnet man auf einen 5fach höhern Rein-Ertrag.

Man hat auf dieser Bahn versuchsweise die verschiedenartigsten Lasten, und mit verschiedener Geschwindigkeit transportirt, und es hat sich ergeben, dafs selbst Gegenstände, die bei sehr grofsem Gewichte geringen Werth haben, wie Bausteine, Pflastersteine, Bauholz, Kalk, Kohlen, Bretter, Ziegel etc. in beiden Richtungen noch mit Vortheil auf der Eisenbahn fortgeschafft werden können.

[Hier giebt der Herr Verfasser noch eine ausführliche und sehr interessante Nachricht von den Vervollkommnungen der Dampfwagen und der Bahnfuhrwerke auf dieser Bahn, und Berechnungen der Kraft der Maschinen und der Kosten ihrer Zugkraft, im Vergleich gegen die von Pferden, deren Resultate entscheidend zum Vortheile der Dampfkraft ausfallen. Wir müssen aber diese Gegenstände, als nicht zu unserm gegenwärtigen Zwecke gehörend, übergehen. D. H.]

V. *Im Staate Süd-Carolina.*

Eisenbahn von Charleston nach Augusta, 29 Meilen lang.

Sie hat den Zweck, die westlichen Binnenländer, in der Richtung nach Osten, mit dem Meereshafen von Charleston in Verbindung zu setzen. Sie ist im März 1831 angefangen und, 29 Meilen lang, innerhalb 22 Monaten ganz vollendet worden. Sie besteht, der Länge nach, aus zwei wesentlich verschiedenen Theilen, dem einen von Charleston bis zum Edisto-Flusse, dem anderen von diesem Flusse bis Hamburg am Savannah-Flusse, Augusta gerade gegenüber. Das Terrain ist im allgemeinen sumpfig, von vielen Flüssen durchschnitten, und starken Überschwemmungen ausgesetzt. Deshalb hat man die Bahn, besonders den östlichen Theil derselben, von Charleston ab, auf eine beinahe ununterbrochene hölzerne Brücke gelegt, die im Durchschnitt gegen 6 F. über dem Boden hoch ist, was in dem sehr holzreichen Lande nicht kostbar war, und zugleich den Vortheil hatte, daſs die Bahn sogleich befahren werden konnte, ohne erst das Setzen der Erde in den Dämmen abzuwarten. Die Dämme werden erst später geschüttet werden; die Bahn selbst wird zum Transporte der Erde dienen; und wenn dereinst die Erneuerung des Holzes nöthig sein wird, werden die Dämme sich schon gesetzt haben.

Der östliche Theil der Bahn, bis zum Edisto, passirt 6 Flüsse, und das Terrain ist fast horizontal. Den Edisto, welcher am Übergangspuncte 389 F. breit ist, passirt die Bahn auf einer Brücke mit einer Öffnung von 64 F. für die Schiffahrt. Diese Brücke hat 2 600 Rthlr. gekostet. Auf dem westlichen Theile der Bahn, bis Augusta, ist das Terrain schwieriger, und die Bahn muſs, etwa $3\frac{1}{2}$ Meilen von Augusta, die 350 F. über der Brücke von Augusta hohe Wasserscheide zwischen dem Edisto und dem Savannah-Fluſs übersteigen. Deshalb befindet sich, nach Augusta hinab, an der Wasserscheide, eine Rampe, von 163 F. Höhe auf 3690 F. horizontaler Länge, von drei verschiedenen Gefällen, dessen stärkstes 1 auf 13 ist. Der Rest des Abhanges von 187 F. ist auf eine Länge von 4273 R., mit einem mittleren Gefälle von 1 auf 253, vertheilt.

Die tiefsten Einschnitte sind 24 F. tief und $15\frac{1}{2}$ F. im Boden breit. Auf etwa den fünften Theil der ganzen Länge ist die Straſse eingeschnitten. Die Bahn hat nur ein Schienenpaar, ausgenommen auf der Rampe, an den Ausweichestellen, und an den Ausgängen nach den Maga-

zinen. Hier befinden sich, zusammen auf 1274 R. lang, zwei Schienenpaare. Der Damm ist mit den Gräben $15\frac{1}{2}$ F., die Strafse selbst aber nur $8\frac{3}{4}$ F. breit. Das stärkste Gefälle, auf etwa 660 R. lang, ist 1 auf 150; aufserdem nicht über 1 auf 200. Diese Strafse hat wenige Krümmen, und nur zwischen dem Fufse der Rampe und Augusta. Man hat 16 Ausweichestellen gemacht, wo zugleich angehalten wird, um Kohlen und Wasser einzunehmen, und Waaren abzusetzen und zu laden. [Nur auf solche Weise können wohl Ausweichestellen unschädlich sein. D. H.]

Auf der Rampe werden die Fuhrwerke von zwei feststehenden Dampfmaschinen, jede von 25 Pferden Kraft, gezogen, welche eine gemeinschaftliche Welle haben und 720 Ctr. Last, mit etwa 2 Meilen Geschwindigkeit in der Stunde, hinaufzuziehen vermögen. Die Einrichtung dieses Zuges ist sehr vereinfacht worden. Das Seil windet sich um ein horizontales Rad, mit einer Rinne, an dessen senkrechter Achse ein anderes gezahntes Rad steckt. Zwei auf einander senkrechte Cylinder theilen diesen die Bewegung mit, und ersparen so das Schwungrad. Der Kessel der Maschine hat zwei ganz gesonderte Räume, so dafs der eine noch gebraucht werden kann, wenn der andere ausgebessert wird [!?]. Die Cylinder und Dampfröhren haben einzeln Sperrklappen, so dafs die Maschine als doppelt zu betrachten ist. Auch sind beständig zu den Ausbesserungen einzelne Theile der Maschine vorräthig, so dafs der Dienst niemals unterbrochen werden darf.

Taf. XV. Fig. 25. stellt die Construction der Bahn auf lehmigem und kiesigem Boden vor, da, wo weder Einschnitte noch Aufschüttungen nöthig waren. Zuerst sind Abwässerungsgräben gemacht, und darauf sind, alle 6 F. 4 Z., ganz beschlagene, $9\frac{2}{3}$ Z. breite, $11\frac{1}{2}$ Z. hohe und $9\frac{1}{2}$ F. lange Querstücke, von kernigem kiehenen Holze, gelagert worden. Auf diese sind, nach der Länge der Bahn, die hölzernen, $5\frac{1}{4}$ Z. breiten und $9\frac{2}{3}$ Z. hohen Schienenträger gekämmt, welche platte eiserne Schienen tragen. Die Querstücke sind mit Erde aus den Gräben und aus Abträgen ganz bedeckt. Auf diese Weise sind 2125 R. Bahn gebaut worden.

Taf. XV. Fig. 26. zeigt die Construction, an den Stellen, wo Einschnitte nöthig waren. Man hat dort erst, nach der Länge der Bahn, Hölzer, von $8\frac{4}{5}$ Z. breit und hoch, gestreckt, und die Erde um dieselben recht fest gestampft. Auf diese Hölzer sind die Querstücke und Schienenträger gelegt, wie sie Fig. 25. vorstellt. Diese Bauart findet auch auf den Ram-

pen statt; nur sind dort die untern Schwellen stärker, nemlich $11\frac{1}{2}$ Z. breit und hoch, vollkantig beschlagen, von kiehnenem Holz, und in den Stöſsen mit einander verbunden. Diese Bauart haben zusammen 11950 R. Bahn erhalten, und sie hat den Vorzug vor den mit aufrecht stehenden Hölzern, daſs die Verbandstücke länger dauern und leichter erneuert werden können.

Taf. XV. Fig. 27. stellt die Construction an den morastigen Stellen vor, da, wo ein Erddamm nöthig gewesen wäre. Man hat Pfähle, von $9\frac{1}{2}$ bis $14\frac{1}{2}$ Z. im Durchmesser, das Stamm-Ende nach oben, nach der Länge der Bahn 6 F. 3 Z., nach der Breite 5 F. 10 Z. weit von einander entfernt, in der Regel gegen 4 F. tief, in weichem Boden aber auch bis 28 F. tief, in die Erde geschlagen: überhaupt in verschiedener Tiefe, bis die Pfähle den Schlägen eines Rammklotzes von $5\frac{1}{4}$ bis $8\frac{3}{4}$ Ctr. schwer widerstanden. Die Ramme, mit Auslösung, ist 34 F. hoch gewesen und, auf starke Walzen gesetzt, nach der Länge der Straſse fortgeschoben worden. Unter den letzten Hitzen, mit 19 F. hohem Falle des $8\frac{3}{4}$ Ctr. schweren Rammklotzes, haben die Pfähle nicht mehr voll 2 Z. weichen dürfen. Da die Festigkeit der Bahn hier besonders von der Tragfähigkeit der Pfähle abhängt, so ist darauf sehr sorgfältig gesehen worden. Man hat in der Regel, für jeden Fall, vorher 3 F. 5 Z. tiefe Löcher ausgegraben, in welche nun die Pfähle weiter eingetrieben werden konnten, ohne daſs es nöthig war, denselben Spitzen oder Schuhe zu geben (*sans en amincir les extremités ou sans les armer*). Dadurch wurden sie tragfähiger. [Dieses möchte wohl zweifelhaft sein. In schwammigem und elastischem Boden können die Pfähle ohne Spitzen den stärksten Schlägen des Rammklotzes widerstehen, und dennoch unter einem mäſsig fortdauernden D r u c k einsinken. D. H.] Sodann sind die Pfähle oben in gleicher Höhe abgeschnitten und 8 F. 9 Z. lange und $8\frac{3}{4}$ Z. breite und hohe Querholme aufgezapft worden. Über diese Querholme sind die $5\frac{3}{4}$ Z. breiten und $9\frac{1}{2}$ Z. hohen Schienenträger, nie aus kürzeren Stücken als 19 F. 2 Z., 3 Z. tief aufgekämmt und durch Pflöcke befestigt worden, welche, von der einen Seite der Schienenträger aus, durch dieselben hindurch in die Querholme getrieben sind. Die Schienenträger hat man, wie es Fig. 28. vorstellt, an der innern Seite $8\frac{3}{4}$ L. breit und 3 Z. tief ausgepfalzt. Die Schienen sind erst befestigt worden, nachdem die Träger ihre völlig richtige Lage erhalten hatten.

An einigen Stellen haben die Pfähle bis 14½ F. hoch über das Erdreich emporragen müssen. In solchen Fällen hat man, nach Taf. XVI. Fig. 30., Streben angesetzt, die sich gegen kurze Pfähle stemmen, welche 7¾ F. von den Hauptpfählen entfernt sind. [Diese Verstrebung möchte wohl nur dann ganz wirksam sein, wenn man auf die kurzen Pfähle erst noch ganz durchgehende, in die Hauptpfähle eingekämmte Schwellen zapft und in diese die Streben sich stemmen läſst. D. H.] Da wo die Pfähle weniger als 7 F. über dem Boden emporragen, ist die Verstrebung weggeblieben. Wo sie 7 bis 9½ F. hoch emporragen, hat man, nach Fig. 31., in jedes Joch Pfähle bloſs eine einzelne, und wo sie über 9½ F. aufragen, nach Fig. 32., eine Kreuzstrebe von 3¾ Z. breitem, 5 Z. hohem Holze eingezogen.

Da, wo der Boden ganz weich war, hat man, wenn die Bahn nicht höher als 11½ F. über der Erde liegen durfte, erst durch ein hölzernes, auf den Boden gelegtes Gitter, ein Fundament gebildet, dasselbe mit festgestoſsenem Sande bedeckt, und darauf ein Gerüst von der Gestalt eines umgekehrten W gesetzt. Wo aber die Bahn höher als 17½ F. über der Erde liegt, hat man erst, nach Fig. 33., Pfähle gestoſsen, auf dieselben 11½ Z. breite und hohe Querholme gezapft, und auf diese, alle 9½ F., eine Verstrebung gesetzt, bestehend aus zwei Paar Streben von 7¾ Z. breiten und 9⅔ Z. hohen Hölzern, die in die untern Querhölzer eingezapft und oben wieder durch einen 9⅔ Z. breiten und 11½ Z. hohen Querholm verbunden sind. Die Schienenträger sind immer die nemlichen. Diese Verstrebung ist sehr fest befunden worden, und findet auf 212 R. lang Statt.

Die eisernen Schienen sind, wie Fig. 28. zeigt, platt, und 27½ L. breit, 6 L. hoch und 9½ bis 14¾ F. lang. Sie sind auf die Schienenträger vermittelst eiserner, 4½ Z. langer Pflöcke befestigt, deren Köpfe unter die Oberfläche der Schienen etwas versenkt sind. Der laufende Fuſs Schienen wiegt 7 Pfd. Sie sind aus England gekommen, und der Centner hat, bis Charleston, etwa 2 Rthlr. gekostet. Die eisernen Pflöcke haben 4¼ Sgr. das Pfund gekostet. Es ist Schade, daſs man nicht, statt einfach platter Schienen, Eisen mit Rändern genommen hat, von ½ Z. dick, mit ½ Z. dickem Rande, nach Fig. 29. Sie würden besser den Rädern widerstanden und die Reibung nach der Seite vermindert haben. Die Erhöhung der Kosten würde nicht bedeutend gewesen sein. Der Centner würde etwa 3½ Rthlr. gekostet haben.

Die Ausweichestellen sind in der Regel 2920 R. von einander entfernt. Jede ist, mit der Einbiegung, welche 62 R. Halbmesser hat, 574 F. lang und weicht von der Hauptbahn 29 F. zur Seite ab. In der Mitte jeder Ausweichestelle steht eine Wasserpumpe und ein Schuppen zu den Brennstoffen der Dampfwagen. An den Enden der Ausweichestellen sind die Schienen auf etwa 19 F. lang beweglich, und können in diese oder jene Richtung gedreht werden. In der Mitte jeder Ausweichestelle befindet sich ein Drehstuhl, vermittelst dessen die Fuhrwerke, auf eine auf die Hauptbahn senkrechte, nach den Magazinen oder Schuppen führende Querbahn gebracht werden können.

Auf der ganzen Linie haben die Einschnitte in den Boden 85 800 Sch. R., dagegen die Aufschüttungen nur 3432 Sch. R. betragen. Hätte man die Bahn, nach der gewöhnlichen Art, auf einen Erddamm gelegt, so würden die Aufschüttungen wenigstens 533 000 Rthlr. und 75 Procent mehr als die jetzige Bauart gekostet haben.

Die Kosten der Bahn sind ursprünglich auf 1 278 385 Rthlr. geschätzt worden, haben aber bis Ende 1834, 1 889 081 Rthlr. und auf die Meile etwa 64 000 Rthlr. betragen. Die Einnahme ist 12 Procent des Anlage-Capitals gewesen. Sie ist aber stark im Steigen.

Im Jahre 1833 sind 6 Dampfwagen, wovon 4 mit 8 Rädern, vorhanden gewesen. Die letzten haben jeder 8000 Rthlr., die andern nur 5333 Rthlr. gekostet. Die Spurweite der Bahn ist 4 F. 10 Z. Im ersten Jahre sind nie mehr als 4 Dampfwagen im Gange gewesen. Drei davon sind nach und nach aufser Dienst gebracht und durch bessere ersetzt worden. Statt der Räder von Holz und Gufseisen hat man Räder ganz von Gufseisen genommen, mit Achsen von geschmiedetem und Radreifen von gehärtetem Eisen, welche letzteren Räder vollkommen gute Dienste geleistet haben. Man hat auch auszumitteln gesucht, ob die achträdrigen oder die vierrädrigen Wagen die besseren sind, und sich zunächst für jene entschieden, weil sie die Bahn weniger angreifen. Da die Zerstörung der Bahn in sehr starkem Verhältnisse mit der Geschwindigkeit der Fahrt zunimmt, so hat man die Frachtfahrten auf 3186 R. bis 3452 R. Geschwindigkeit in der Stunde beschränkt, und nur für die Passagiere eine Geschwindigkeit von 6638 R. beibehalten. [Was gewifs sehr weise ist, weil bei weitem in den meisten Fällen wenig oder nichts daran liegt, ob die Waaren einige Stunden früher zur Stelle gelangen oder

nicht. D. H.] Im Jahre 1834 sind 12 Dampfwagen vorhanden gewesen: vier aus den Fabriken von Stephenson, E. Burry und Fenton in England; zwei aus West-Point, im Staate New-York; zwei aus der Werkstatt von E. L. Miller in New-York; einer von Baldwin in Philadelphia, und zwei, in den Werkstätten der Compagnie selbst, zu Charlestown, ganz neugebaute Wagen.

Die Wege-Polizei auf dieser Bahn ist vortrefflich, und es ist hier noch kein Unfall von irgend einiger Bedeutung vorgekommen.

Von Columbia wird nun die Bahn weiter nach dem Tenessee und dem Ohio-Flusse fortgesetzt werden, mit verschiedenen Seitenarmen. Die Alleghany-Berge sind hier leichter zu übersteigen. Die Bauprojecte sind meistens schon gemacht.

Eisenbahn von Decatur, über Tuscumbia, bis an den Tenessee-Fluſs, 9 Meilen und 1267 Ruthen lang.

Dieselbe liegt in der Richtung der projectirten Hauptstraſse nach dem Westen und führt durch die Ebene südlich des Tenessee-Flusses. Ihre Richtung ist, eine Biegung bei Tuscumbia, von 120 R. Halbmesser, ausgenommen, ganz gerade. Das Gefälle beträgt nirgend über 1 auf 211 und die Summe der Abhänge 431 F. Die Bahn ist auf Holz gelegt. Die Querhölzer sind von Cedern (*Juniperus virginiana*) und liegen 3 F. 11 Z. von Mitte zu Mitte entfernt. Die Schienenträger sind ebenfalls von Cedern, und 5 Z. breit, 7 Z. hoch. Die Schienen sind platt, und 2¼ Z. breit, 6 L. dick. Die Breite zwischen der inneren Seite der Schienen ist 4 F. 7 Z. Der Centner Schienen hat etwa 3 Rthlr. 20 Sgr. gekostet. Die Enden der Schienen ruhen auf eisernen Platten, welche, so wie die geschmiedeten eisernen Pflöcke, der Centner etwa 7½ Rthlr. gekostet haben. Die ganze Straſse hat 290 000 Rthlr. und die Meile im Durchschnitt etwa 30 000 Rthlr. gekostet. Es werden auf der Bahn insbesondere Baumwolle, in Ballen von 4 Ctr. schwer, und auſserdem Bauholz, nächst anderen Waaren transportirt. Die Bahn hat nur ein Schienenpaar. Die Schienen wiegen 3½ Pfd. der laufende Fuſs. Einer der Dampfwagen dieser Bahn ist von E. Bury in Liverpool; er wiegt nur 90 Ctr.; sein Cylinder hat 7⅔ Z. im Durchmesser, mit 15¼ Z. Kolbenhub. Eine zweite Maschine ist aus West-Point im Staate New-York. Sie hat, wie die vorigen, 4 Räder, von 4 F. 4⅓ Z. im Durchmesser, und ganz von Eisen; die Achsen von Guſseisen, die Speichen und Felgen von geschmiedetem Eisen, das Räderwerk

der Maschine von Stahl. Diese Maschine wiegt 130 Ctr. und zieht auf horizontaler Bahn 1600 Ctr. mit 7700 R. Geschwindigkeit in der Stunde fort.

Es werden mit dieser Eisenbahn mehrere Zweigbahnen in Verbindung gesetzt werden.

Die als wesentlich und ersprieſslich annerkannte Grund-Idee bei dem Entwurfe der Amérikanischen Eisenbahnen ist die: nicht von einzelnen, für locale Bedürfnisse bestimmten Strecken auszugehen, sondern erst Hauptstraſsen zu bauen, die das ganze Land durchschneiden, um entfernte Gegenden mit einander in Verbindung zu setzen, und dann an diese Hauptstraſsen die einzelnen Binnenstraſsen anzuschlieſsen. Der Herr Verfasser hält dieses Princip hier und überhaupt, und gewiſs mit Recht, für sehr richtig.

Uebersicht der Eisenbahnen, die vom atlantischen Meere westlich in das Innere des Landes führen.

I. Ausgeführte Bahnen.

Länge der Bahnen		Kosten auf die Meile.		Gewicht der Schienen auf den laufenden Fuſs.
mit 2 Schienenpaaren.	mit 1 Schienenpaar.	Steinbau.	Holzbau.	
- - - -	18 481 Ruth.	- - - -	137 000 Rthlr.	$13\frac{1}{5}$ Pfund.
10 894 Ruth.	- - - -	212 000 Rthlr.	- - - -	$13\frac{1}{10}$ - -
6 804 - -	- - - -	593 000 - -	- - - -	$3\frac{4}{5}$ - -
- - - -	9 144 - -	- - - -	92 000 - -	$4\frac{3}{5}$ - -
- - - -	12 295 - -	- - - -	76 000 - -	$4\frac{3}{5}$ - -
34 868 - -	- - - -	264 500 - -	- - - -	$12\frac{1}{2}$ - -
15 665 - -	- - - -	468 000 - -	- - - -	$13\frac{1}{5}$ - -
- - - -	2 788 - -	270 000 - -	- - - -	12 - -
- - - -	17 524 - -	- - - -	166 000 - -	$10\frac{2}{3}$ - -
9 824 - -	- - - -	216 000 - -	- - - -	$10\frac{2}{3}$ - -
- - - -	11 760 - -	- - - -	126 000 - -	$3\frac{4}{5}$ - -
35 000 - -	- - - -	- - - -	282 000 - -	12 - -
- - - -	58 000 - -	- - - -	64 000 - -	$3\frac{4}{5}$ - -
- - - -	19 267 - -	- - - -	30 000 - -	$3\frac{1}{5}$ - -
113 055 Ruth.	**149 259 Ruth.**			

262 314 Ruthen, oder etwa 131 Meilen.

Im Durchschnitt kostet die Meile:

Mit 2 Schienenpaaren und auf Steinwürfeln **340 500 Rthlr.**

Mit 2 Schienenpaaren und auf Holz . . . **282 000** -

Mit 1 Schienenpaar, auf Holz . . . . . . **138 000** -

II. In der Ausführung begriffene Bahnen.

Länge der Bahnen. mit 2 Schienenpaaren.	Länge der Bahnen. mit 1 Schienenpaar.	Kosten auf die Meile. Steinbau.	Kosten auf die Meile. Holzbau.	Gewicht der Schienen auf den laufenden Fuſs.
- - - -	10 469 Ruth.	- - - -	80 000 Rthlr.	$4\frac{3}{5}$ Pfund.
- - - -	11 691 - -	- - - -	68 000 - -	$3\frac{1}{2}$ - -
- - - -	9 399 - -	- - - -	160 000 - -	$10\frac{7}{8}$ - -
- - - -	17 275 - -	- - - -	154 000 - -	13 - -
- - - -	8 439 - -	- - - -	252 000 - -	12 - -
97 500 Ruth.	- - - -	- - - -	240 000 - -	12 - -
97 500 Ruth.	57 273 Ruth.			

97 500 Ruth. + 57 273 Ruth. = 154 773 Ruthen, oder etwa 76 Meilen.

Im Durchschnitt ist der Kosten-Anschlag für die Meile 142 000 Rthlr.

Bei dieser Aufzählung sind noch mehrere innere Communications-Straſsen übergangen, weil davon noch keine ausführliche Analyse gegeben werden konnte.

Gesammt-Uebersicht der Nord-Amerikanischen Eisenbahnen.

	Länge der ausgeführten Eisenbahnen. Meilen.	Ruthen.	Länge der in der Ausführung begriffenen Eisenbahnen. Meilen.	Ruthen.	Kosten auf die Meile im Durchschnitte. Rthlr.	Gewicht der Schienen auf den laufenden Fuſs. Pf.	Im Durchschnitt. Pf.
Mit 2 Schienenpaaren, auf steinernen Würfeln ruhend	52	120	. . .		332 000	$4\frac{2}{3}$ bis $13\frac{1}{3}$	11
Mit 2 Schienenpaaren, auf Holz	30	756	. . .		288 000	$4\frac{3}{4}$ bis 12	9
Mit 1 Schienenpaar, auf Holz	106	145	. . .		108 000	$3\frac{1}{2}$ bis $13\frac{1}{3}$	$6\frac{1}{3}$
Mit 2 Schienenpaaren, auf Holz			48	1445	240 000	. . . .	21
Mit 1 Schienenpaar, auf Holz			72	997	126 000	$2\frac{2}{3}$ bis $13\frac{1}{2}$	$8\frac{1}{3}$
Zusammen	188	1021	121	442			

309 Meilen und 1463 Ruthen.

[Da wahrscheinlich die 121 Meilen Eisenbahn, welche 1834 in der Ausführung begriffen waren, jetzt (1836) vollendet sein werden, so ist anzunehmen, daſs die vereinigten Staaten von Nord-Amerika jetzt in diesem Augenblicke schon über 300 Preuſsische Meilen Eisenbahn wirklich besitzen. Es mögen auf dem Europäischen Continente zwar bis jetzt schon mehr als 300 Meilen projectirt sein; aber wenn es sich mit der bisherigen Art, die Projecte zur Ausführung zu bringen, wie sie meistens sich zeigt, nicht ändert, so möchte wohl eine geraume Zeit vergehen, ehe die 300 Meilen Eisenbahn zur Ausführung kommen. Der uralte Europäische Continent wird zu eilen haben, daſs er in dieser so nützlichen Sache nicht hinter dem neuen Amerikanischen Continente zurück bleibe. D. H.]

11.

Practische Abhandlung über Dampfwagen auf Eisenbahnen.

(Vom Herrn Chev. *F. M. G. de Pambour.*)

(Fortsetzung von No. 2. Heft 1. und No. 9. Heft 2. dieses Bandes.)

---

§. 31.

Versuche über die Reibung der Wagen.

Es wurden also nun eine Reihe von Versuchen nach den obigen Grundsätzen auf einem der Abhänge der Liverpooler Eisenbahn angestellt.

Von einem, 1603 F. von dem Fuſse der Rampe bei Sutton entfernten Puncte wurden 34 gleiche Strecken, jede 320,48 F. (10 Ketten zu 33 F. Englisch) lang, abgemessen. Am Ende jeder Strecke wurde ein numerirter Pfahl eingeschlagen und der Abhang sehr genau nivellirt. Die Abhänge waren auf die verschiedenen Distanzen folgende.

Nummer des Pfahls.	Entfernung vom Nullpuncte.	Tiefe unter dem Nullpuncte.
Ausgangspunct.	Fuſs Engl.	Fuſs Engl.
0	0	0
1	330	3,47
2	660	7,07
3	990	10,62
4	1320	14,36
5	1650	18,17
6	1980	21,77
7	2310	25,53
8	2640	28,98
9	2970	32,07
10	3300	34,61
Fuſs der Rampe, oder vielmehr Mittel der steligen Curve.		
11	3630	35,06
12	3960	35,19
13	4290	35,23
14	4620	35,37
15	4950	35,71
16	5280	36,17
17	5610	36,44
18	5940	36,66
19	6270	36,80
20	6600	36,92
21	6930	37,06
22	7260	37,14
23	7590	37,22
24	7920	37,37
25	8250	37,34
26	8580	37,63
27	8910	37,92
28	9240	38,14
29	9570	38,35
30	9900	38,54
31	10230	38,67
32	10560	38,77
33	10890	38,92
34	11220	39,08

Ein wenig jenseits des Fuſses der Rampe hatten die Wagen drei Querwege, und bei jedem drei Radlenker (*switches*), wie sie Fig. 24. zeigt, zu passiren: in allem also 9 Radlenker, an der einen oder der andern Seite der Schienen. Bei jedem Radlenker bekamen die Wagen, wegen der kleinen Unebenheit der Schienen, einen Stoſs, und ihre Geschwindigkeit wurde etwas gehemmt. Die Stelle zu den Versuchen war also für die Resultate derselben unvortheilhaft, und der Widerstand daher gröſser als auf ganz freiem Wege.

Die zu den Versuchen benutzten Wagen waren auf folgende Weise eingerichtet. Sie hatten eine einfache Plateform, auf Federn ruhend. Die Räder hatten 2 F. 10 Z. 11½ L. (3 F. Engl.) im Durchmesser und waren (wie bei allen Eisenbahnfuhrwerken) an den Achsen befestigt, welche sich mit ihnen zugleich drehten. Der Körper des Fuhrwerks ruhte auf den Achsen, aber auſserhalb der Räder; das heiſst: die Achsen waren über die Naben hinaus verlängert, und die Verlängerungen trugen das Wagengestell. An den Tragepuncten hatten die Achsen 1 Z. 8,4 L. im Durchmesser. Die Zapfenlager waren von Messing (*brass*). In ihrem oberen Theil enthielten sie den Schmier, welcher stetig, durch eine Höhlung in den Zapfenlagern, auf die Achse hinabfloſs. Die Höhlung hatte unterhalb des Zapfenlagers einen Deckel. Die Schmierbüchse wird in der Regel jeden Morgen gefüllt und enthält den Vorrath auf den ganzen Tag. Bei den Versuchen wurde an den sonst gewöhnlichen Anordnungen nichts geändert. Alles wurde so gelassen, wie es im täglichen Dienst ist, sowohl was die Wagen, als was die Schienen betrifft. Unter den Wagen befanden sich einige, deren Achsen-Enden, statt eine gleichförmige Dicke von 1 Z. 8,4 L. zu haben, vielmehr nach dem Wagengestelle zu um 4,4 L. dicker und gegen das Ende hin um eben so viel dünner waren. Dieser Theil der Achse war aus drei Cylindern von gleicher Länge zusammengesetzt, deren Durchmesser 2 Z. 0,8 L., 1 Z. 8,4 L. und 1 Z. 4 L. betrugen. Diese Einrichtung der Achsen hatte man in der Absicht gemacht, um ihre Durchmesser zu vermindern, und ihnen gleichwohl an den Puncten, die am meisten zu tragen haben, wieder eine gröſsere Stärke zu geben. Es waren indessen nur wenige Achsen so gemacht, und nur zum Versuche. Es haben sich von der Anordnung in der Praxis keine Vortheile ergeben. [Die bedeutende Verbesserung, welche Herr Stephenson an den Bahnfuhrwerken angebracht hat, besteht insbesondere darin, daſs

die Auflagepuncte für die Last, wie hier oben beschrieben, jetzt aufserhalb der Räder, auf Verlängerungen der Achsen sich befinden, statt dafs sie sonst, bei den älteren Bahnwagen, wie bei gewöhnlichen Fuhrwerken, zwischen den Rädern lagen. Man erreicht dadurch den bedeutenden Vortheil, dafs die Achsen, an den Stellen, wo sie sich in den Lagern drehen, jetzt, wie leicht zu sehen, dünner sein können, und dafs jetzt folglich weniger Kraft zur Überwindung der Reibung nöthig ist. Die Verbesserung liegt so nahe, dafs sich nur mit Hülfe der alten Erfahrung, dafs man nur zu oft auf das, was nahe liegt und einfach ist, erst spät kommt, begreifen läfst, warum man nicht sogleich den ersten Bahnwagen, der gebaut wurde, nach der neuen Art gemacht habe. D. H.]

I. Am 29. Juli 1834 wurden 5 nach Zufall gewählte Wagen, mit Ziegeln beladen, durch den *Sun,* an den Ort der anzustellenden Versuche gebracht. Dem Zuge der 5 beladenen Wagen folgte noch ein leerer Wagen. Das Gewicht der ersten 5 Wagen betrug mit der Ladung 604,12 Ctr. (30,65 Tonnen Engl.), und nebst 10 Personen, welche mitfuhren, 617,13 Ctr. (31,31 Tonnen), oder 123,42 Ctr. (6,26 Tonnen) auf den Wagen.

Nachdem die Mitte des Wagenzuges genau an den Abfahrtspunct gebracht und der Dampfwagen fortgeschafft worden war, wurden auf ein gegebenes Zeichen alle Bremsen gelöset und die 5 Wagen auf der Bahn der Wirkung ihres Gewichts überlassen. Sie rannten bis 33 F. Engl. hinter den Pfahl No. 30., und hatten also im Ganzen 9933 F. Engl. Bahn durchlaufen, während sie von dem Abfahrts- bis zum Stillstandspunct 38,55 F. Engl. hinuntergestiegen waren.

Wendet man nun hierauf die obige Formel an, so ist $x + x_1 = 9933$, $z = 38,55$ und folglich die Reibung $\frac{38,55}{9933}$ oder

1 auf 258.

Hierin ist indessen noch der Widerstand der Luft begriffen; auch wurde der Lauf der Wagen durch die oben gedachten 9 Radlenker am Fufse der Rampe gehemmt.

II. Nach diesem ersten Versuche wurden 300 Ziegel aus jedem Wagen herausgenommen. (Es wogen 100 dieser Ziegel 855 Pfd. Engl. (827,6 Pfd. Pr.); also wurde jeder Wagen dadurch um 2565 Pfd. oder 1,145 Tonnen leichter. Das Gewicht der 5 beladenen Wagen, nebst dem-

jenigen der 10 Personen, betrug jetzt 25,58 Tonnen oder 5,12 Tonnen (100,92 Ctr. Pr.) für jeden Wagen.

Die Wagen wurden wieder nach dem Abfahrtspuncte gebracht und der Wirkung der Schwere überlassen. Sie rannten bis 84 F. Engl. jenseits No. 28., also 9324 F. Engl. weit, von einem 38,19 F. Engl. hohen Abhange herunter. Durch diesen zweiten Versuch ergab sich die Reibung

1 auf 244;

also stärker als bei dem ersten Versuche.

III., IV., V., VI. Die Wagen wurden zum dritten Male nach dem Abfahrtspuncte gebracht, und es wurde jeder einzeln, einer nach dem andern, der Schwere überlassen. Eben so auch der leere Wagen. Es ergab sich Folgendes:

	Nummer des Wagens.	Gewicht desselben, nebst Ladung. Tonnen Engl.	Durchlaufene Bahn. Fufs Engl.	Höhe der durchlaufenen Bahn. Fufs Engl.	Reibung.
Bei III.	294.	4,65	7326	37,16	1 auf 197
- IV.	100.	5,15	6663	36,95	1 auf 180
- V.	196.	5,20	7455	37,19	1 auf 200
	111.	5,00	Die Fahrt wurde aus Versehen gehemmt.		
	150.	4,85	Desgleichen.		
- VI.	202.	1,85	6204	36,78	1 auf 169

An dem Wagen No. 100. war am Ende seines Laufes die eine Achsenbuchse sehr heifs; was erklärt, warum er, obgleich eben so schwer beladen als die anderen, weniger weit gelangte. Der leere Wagen war sehr niedrig. Er hatte eine Plateform, blofs von einem offenen Geländer umgeben.

Diesen Versuchen gemäfs hatten die Wagen, einzeln laufend, eine Reibung von etwa 1 auf 196, während sie, zusammengekuppelt, nur einen Widerstand von 1 auf 244 erfuhren. Dieser Unterschied rührt offenbar von dem Widerstande der Luft her, der nur den vordersten Wagen trifft. Läuft nur ein Wagen, so mufs er allein den Widerstand der Luft überwinden, der für mehrere der nemliche bleibt und sich also auf die einzelnen Wagen vertheilt. Ähnliches zeigt sich aus Vergleichung des ersten Versuches mit dem zweiten. Die Zahl der Wagen war zwar in beiden Fällen dieselbe; aber der erste Wagenzug war schwerer; und folglich vertheilte sich der

Widerstand auf ein gröfseres Gewicht. [Der Widerstand der Luft ändert allerdings das Resultat, wenn ein einzelner Wagen ihn zu überwinden hat, und wenn er auf mehrere, oder auf ein gröfseres Gewicht sich vertheilt. Aber es giebt wohl noch eine stärker wirkende Ursach der Erscheinung, dafs zusammengekuppelte, oder schwerere Wagen weiter als einzelne und leichtere rennen, ehe sie still stehen. Diese Ursach ist, dafs die Hindernisse auf der Bahn auf leichte und einzelne Wagen stärker wirken, als auf zusammengekuppelte und schwerere, weil ein Wagen dem andern forthilft. Man sehe die Bemerkung des Herrn Minard hierüber, (9. Bd. dieses Journals S. 135). D. H.]

Es schien daher, um unsere Untersuchungen zu vervollständigen, nothwendig, noch andere Versuche mit Wagenzügen von verschiedenem Gewichte, und unter verschiedenen Umständen anzustellen. Bei den folgenden Versuchen waren die Wagen nicht mehr mit Ziegeln, sondern mit allerhand Frachtgütern, wie der gewöhnliche Verkehr sie liefert, beladen.

VII. Am folgenden Tage, den 30. Juli, wurde ein Zug von 19 beladenen Wagen durch den *Mars* an den Abfahrtspunct gebracht. Die 19 Wagen wogen zusammen 92 Tonnen Engl., also jeder im Durchschnitte 4,84 Tonnen Engl. Der Zug wurde auf der Bahn so gestellt, dafs seine Mitte, oder sein Schwerpunct, gerade in dem Nullpuncte der Länge sich befand; darauf wurde das Ganze, wie bei den vorigen Versuchen, der Wirkung der Schwere überlassen. Die Wagen liefen bis 168 F. Engl. jenseit No. 32. Die durchlaufene Bahnlänge war also 10728 F. Engl. und der Unterschied der Höhe zwischen den Anfangs- und Endpuncten derselben 38,85 F. Engl., welches eine Reibung ergiebt von

1 auf 276.

VIII. Am nemlichen Tage wurde derselbe Versuch mit dem Munitionswagen des *Jupiter* angestellt. Derselbe rannte bis 27 F. Engl. jenseit No. 18. Die Reibung betrug also, mit Einschlufs des Widerstandes der Luft,

1 auf 163.

Dieser Munitionswagen ist nichts anders als ein gewöhnlicher Waggon, von einer besonderen Form, welche der Luft eine besonders grofse Fläche entgegensetzt, so dafs der Widerstand derselben bedeutend wirkt, besonders wenn der Wagen nicht stark beladen ist. Der Munitionswagen war bei den Versuchen in der That beinahe leer; denn er enthielt blofs

so viel Kohlen und Wasser als nöthig war, um die bei dem Versuche gegenwärtigen Personen nach Liverpool zurück zu bringen.

Dieser Versuch, so wie die des vorigen Tages, wurden gemeinschaftlich mit Herrn Earle, einem der Directoren der Eisenbahn, Herrn J. Loke, dem Ingenieur der großen Verbindungs-Eisenbahn, Herrn King, von der Liverpooler Gas-Fabrik, und andern mehr oder weniger mit der Verwaltung der Liverpooler Bahn in Verbindung stehenden Personen angestellt.

IX. Am 31. Juli ließs man den Munitionswagen des *Atlas*, $5\frac{1}{2}$ Tonnen Engl. wiegend, 84 F. Engl. hinter No. 1. abfahren. Er blieb 90 F. Engl. hinter No. 23. stehen, und hatte also 7266 F. Bahn durchlaufen, mit 32,88 F. Engl. Abhang; was eine Reibung giebt von

1 auf 221.

X. Am selben Tage ließs man den von dem *Atlas* gezogenen Zug von 14 Wagen, zusammen 61,35 Tonnen Engl. wiegend, von 24 F. über No. 1. abfahren. Da gerade nicht Arbeiter genug zugegen waren, konnte der Wagenzug nicht anders gestellt werden. Er rann bis 15 F. Engl. diesseit No. 28., also durch 9579 F. Engl. Bahn, mit 35,32 F. Abhang, welches eine Reibung giebt von

1 auf 271.

XI. Am 1. August wurde ein Zug von 10 Wagen durch die *Vesta* an den Versuchsplatz gebracht. Die 10 Wagen wogen zusammen 43,72 T. Engl. Man ließs den Munitionswagen dabei, und die 11 Wagen wogen zusammen 48,72 T. Engl., also im Durchschnitt jeder 4,43 T. Engl. Der Wagenzug rann, von der Schwerkraft getrieben, bis 108 F. Engl. jenseit No. 30., also 10 008 F. Engl. weit, von einem Abhange von 38,58 F. Engl. herab, was eine Reibung giebt von

1 auf 259.

XII. Am nemlichen Tage wurden durch den *Atlas* 24 Wagen, zusammen 104,5 T. Engl. an Gewicht und, mit dem angehängt gebliebenen Munitionswagen, die 25 Wagen zusammen 110 T. Engl., jeder also 4,4 T. Engl. wiegend, nach der nemlichen Stelle gebracht. Sie rannten bis 108 F. Engl. jenseits No. 32., also durch 10668 F. Bahn, mit 38,82 F. Abhang, was eine Reibung anzeigt von

1 auf 275.

Endlich wurden noch vollständige Wagenzüge, nemlich Dampfwagen, Munitionswagen und Lastwagen nach der Versuchsstelle gebracht. Sie gaben folgende Resultate.

XIII. Am 2. August wurde der Versuch mit der *Fury*, ihrem Munitionswagen und 17 Lastwagen gemacht. Es wog der Dampfwagen 8,2, der Munitionswagen 5,5 und die 17 Lastwagen 81,26, der gesammte Zug also 94,96 T. Engl. Der Dampfwagen und sein Munitionswagen wurden, rücksichtlich des Schwerpunctes, ihres größeren Gewichts wegen, zusammen für 3 Lastwagen, der ganze Zug also für 20 Lastwagen gerechnet. Der Zug wurde also so gestellt, daſs der Nullpunct der Bahn zwischen den 7. und 8. Lastwagen fiel. Der Zug rann bis 42 F. Engl. jenseits No. 34.; also 11262 F. Engl. weit, und 39,1 F. Abhang hinab, was eine Reibung giebt von

1 auf 288.

Der Widerstand für den ganzen Zug betrug hiernach 733 Pfd. Engl. Der Dampfwagen allein, als man ihn, vor dem Versuche, allein hatte rennen lassen, hatte, wie man unten sehen wird, 113 Pfd. Engl. Widerstand gefunden. Es kamen also auf die Lastwagen und den Munitionswagen 620 Pfd. Engl. Widerstand, was eine Reibung anzeigt von

1 auf 311.

[Dieser letzte Schluſs dürfte wohl nicht füglich Statt finden. Der Widerstand ist verschieden, für den nemlichen Wagen, wenn er allein und wenn er mit andern verbunden läuft; eben wieder aus dem Grunde, weil ein Wagen dem andern forthilft. D. H.]

XIV. Am 2. August wurde der *Vulcan*, 8,54 T. Engl. schwer, mit 20 Wagen, zusammen 96,3 T. Engl. an Gewicht, und dem Munitionswagen, von 5,5 T. Engl., zusammen also der Zug 110,14 T. an Gewicht, nach dem Versuchsplatze gebracht. Da man die Maschine nicht genau an der rechten Stelle hatte anhalten können, so konnte der Zug nur von 18 F. jenseits des Nullpunctes abfahren. Die Maschine, mit dem Munitionswagen, wurde, rücksichtlich des Mittelpunctes des Zuges, für 3 Wagen gerechnet. Der Zug rannte bis 39 F. Engl. jenseits No. 33.; also 10911 F. Engl. weit und 38,75 F. Engl. hinab. Diese Länge wurde in 12 Minuten und 10 Secunden durchlaufen. [Zu wünschen wäre, daſs man bei allen

Versuchen auch die Zeit hätte notiren können. D. H.] Dieses giebt einen Widerstand von

1 auf 282.

Der gesammte Widerstand war hiernach 863 Pfd. Engl. Zieht man davon, für den Dampfwagen allein, 127 Pfd. Engl. Widerstand ab, der sich bei einem folgenden Versuche ergab, so bleiben für 100,16 T. Engl. Gewicht der Lastwagen und des Munitionswagens, 736 Pfd. Engl., welches eine Reibung giebt von

1 auf 305.

XV. Zum Schlusse wurde am 15. August ein Versuch mit dem *Leeds*, von 7,07 T. Engl. schwer, nebst seinem Munitionswagen und einem Zuge von 7 Wagen, zusammen 33,52 T. Engl. schwer, gemacht. Der Zug rann genau von No. 0. bis 255 F. Engl. hinter No. 24., also 8175 F. Engl. weit und 37,35 F. Engl. hoch hinab, was eine Reibung giebt von

1 auf 219.

Der gesammte Zug hatte also 415 Pfd. Engl. Widerstand gefunden, und für den Dampfwagen allein ergab sich weiter 112 Pfd. Widerstand. Auf die übrigen Wagen kommen also 303 Pfd., was eine Reibung giebt von

1 auf 248.

§. 32.

Zusammenstellung der Resultate der vorhin beschriebenen Versuche.

No. des Versuchs.	Tag.	Der Zug bestand aus	Gewicht des Zuges.	Gewicht eines Wagens im Durchschnitt.	Zeitdauer des Rennens.	Länge der durchlaufenen Bahn.	Abhang.	Reibung.	Thut auf den Ctr.
	1834.		Ctr. Pr.	Ctr. Pr.	Min. Sec.	Fufs Pr.	F. Pr.		Loth Pr.
VI.	29. Juli.	1 leerer Wagen.'		36,46	— —	6024,98	35,72	1 auf 169	20,87
VIII.	30. Juli.	1 Munitionswagen.		88,70	— —	5790,82	35,60	1 - 163	21,62
III.	29. Juli.	1 beladener Wagen.		91,65	— —	7114,61	36,09	1 - 197	17,85
IX.	29. Juli.	1 beladener Wagen.		100,51	— —	6470,74	35,88	1 - 180	19,52
V.	29. Juli.	1 beladener Wagen.		102,49	— —	7239,89	36,12	1 - 200	17,55
IX.	31. Juli.	1 Munitionswagen.		108,41	— —	7056,34	31,93	1 - 221	15,92
II.	29. Juli.	5 beladene Wagen.	504,19	100,92	10 20	9054,95	37,09	1 - 244	14,41
I.	29. Juli.	5 beladene Wagen.	617,13	123,39	10 —	9646,38	37,44	1 - 258	13,65
XI.	1. August.	10 beladene u. 1 Mun.-Wagen.	960,29	87,32	11 45	9719,22	37,46	1 - 259	13,58
X.	31. Juli.	14 beladene Wagen.	1215,14	86,72	— —	9302,60	34,30	1 - 271	12,98
VII.	30. Juli.	19 beladene Wagen.	1813,35	95,40	11 —	10418,43	37,73	1 - 276	12,74
XII.	1. August.	24 beladene u. 1 Mun.-Wagen.	2168,14	86,72	— —	10360,18	37,69	1 - 275	12,81
XV.	15. August.	7 beladene, 1 Munitions- und 1 Dampfwagen vorauf. . . .	800,04	78,84	8 30	7939,11	36,31	1 - 219	16,07
XIII.	2. August.	17 beladene, 1 Munitions- und 1 Dampfwagen.	1871,70	94,21	— —	10937,00	37,97	1 - 288	12,22
XIV.	2. August.	20 beladene, 1 Munitions- und 1 Dampfwagen.	2170,90	95,10	12 10	10596,16	34,21	1 - 282	12,51

Anm. Bei No. VI. hatte der Wagen bloſs eine Plateform, mit einem offenen Geländer umgeben. Bei No. VIII. setzte die Form des Wagens der Luft einen besonders starken Widerstand entgegen. Bei No. IV. war beim Ende des Rennens die Buchse einer Achse sehr heiſs. Bei No. XV., XIII. und XIV. ist der Widerstand des Dampfwagens mit eingerechnet.

Während der sämmtlichen Versuche war die Witterung schön und ruhig. Wie schon bemerkt, hatte man für die Fahrten an der Bahn keine besonderen Vorkehrungen gemacht, noch auch an dem gewöhnlichen Zustande der Wagen irgend etwas geändert. Wegen der 9 Radlenker am Fuſse der Rampen muſs aber die gefundene Reibung für etwas stärker angesehen werden, als sie auf ganz freier Bahn gewesen sein würde.

§. 33.

Reibung der Wagen in der Mitte der Züge.

Wir haben bereits bei den ersten sechs Versuchen des Einflusses des Widerstandes der Luft gedacht. Wenn sich 5 Wagen zusammengekuppelt bewegen, so beträgt der Widerstand 9,17 Pfd. Engl. auf die Tonne, und wenn jeder einzeln sich bewegt, 11,65 Pfd. Die andern Versuche ergeben ähnliche Resultate. Vergleichen wir lange Wagenzüge mit kleinern, so finden wir, daſs der Widerstand immerfort abnimmt, je gröſser die bewegte Masse ist; selbst wenn sie der Luft die gleiche vordere Fläche entgegensetzt.

Die Luft widersetzt sich bloſs dem vordersten Wagen. Nun geben die 6 ersten Versuche, mit einzelnen Wagen, den Widerstand des vorderen Wagens. Zieht man also denselben von dem Resultate der andern Versuche ab, so wird sich die Reibung der mittleren Wagen finden, nemlich die Reibung mit Ausschluſs des Widerstandes der Luft.

Zufolge der Versuche III., IV., V., VIII. und IX. beträgt die Reibung eines beladenen Wagens, an der Spitze des Zuges, 11,77 Pfd. Engl. auf die Tonne. Nimmt man also z. B. den Versuch VII., so ist das Gewicht 25,58 T. Engl., und auf jede Tonne kommen 9,17 Pfd. Engl. Reibung, was im Ganzen einen Widerstand von 234,5 Pfd. Engl. ausmacht. Zieht man davon die Reibung des vordersten Wagens, nemlich $5,12 . 11,77 = 60,25$ Pfd. Engl. ab, so bleiben für die übrigen Wagen 174,25, welches, durch das Gewicht der Wagen dividirt, 8,5 Pfd. Reibung auf die Tonne giebt, oder

1 auf 264.

[Daſs die Reibung einzelner Wagen, im Verhältnisse zu ihrem Gewichte, gröſser ist, als die mehrerer Wagen, kann zuverlässig nicht

dem Widerstande der Luft allein zugeschrieben werden, sondern kommt wahrscheinlich mehr daher, daſs die kleinen Hindernisse auf der Bahn, die den Widerstand gegen die rollenden Räder ausmachen, eine groſse Masse nicht so leicht hemmen, als eine kleine, und daſs, wie schon bemerkt, die Wagen wechselseitig einander forthelfen, weshalb sie fast, als eine und dieselbe Masse bildend, betrachtet werden können. D. H.]

§. 34

Uebersicht der Resultate der obigen Versuche, auf die Reibung der Wagen mitten im Zuge bezogen.

Rechnen wir auf ähnliche Weise bei den andern Versuchen, und nehmen dazu noch die Resultate der 3 Versuche, bei welchen die Dampfwagen mit den Bahnwagenzügen verbunden blieben, so ergiebt sich Folgendes:

Tafel der Reibung der Wagen mitten im Zuge; also des Widerstandes, nach Abzug desjenigen der Luft gegen den vordersten Wagen.

No. des Versuchs.	Der Zug bestand aus:	Gewicht des Wagenzuges.	Gewicht eines Wagens im Durchschnitt.	Widerstand auf den Centner Gewicht des vordersten Wagens.	Widerstand auf den Centner Gewicht der mittlern Wagen.
II.	5 Waggons . . .	504,19 Ctr. Pr.	100,92 Ctr. Pr.	18,49 Loth Pr.	13,36 Loth Pr.
I.	5 Waggons . . .	617,13 - -	123,39 - -	18,49 - -	12,44 - -
XI.	11 Fuhrwerke . . .	960,29 - -	87,32 - -	18,49 - -	13,09 - -
X.	14 Waggons . . .	1215,14 - -	86,72 - -	18,49 - -	12,55 - -
VII.	19 Waggons . . .	1813,35 - -	95,40 - -	18,49 - -	12,43 - -
XII.	25 Fuhrwerke . . .	2168,14 - -	86,72 - -	18,49 - -	12,55 - -
XV.	8 Fuhrwerke . . .	660,69 - -	78,84 - -	24,89 - -	14,19 - -
XIII.	18 Fuhrwerke . . .	1710,07 - -	94,21 - -	21,78 - -	11,33 - -
XIV.	21 Fuhrwerke . . .	2006,51 - -	95,10 - -	23,92 - -	11,55 - -
Zusammen	126 Fuhrwerke, an Gewicht	11655,51 Ctr. Pr.	94,21 Ctr. Pr. im Durchschnitt.	20,17 Loth Pr. auf den Centner im Durchschnitt.	12,61 Loth Pr. auf den Centner im Durchschnitt.

Der Widerstand beträgt daher für die Wagen mitten im Zuge durchschnittlich 8 Pfd. Engl. auf die Tonne, oder 12,57 Loth Preuſs. auf den Centner, oder

1 auf 280.

Nun geht aber immer dem Wagenzuge der Dampfwagen vorauf. Derselbe erfährt allein den Widerstand der Luft; und da nun derselbe bei der Bewegung des Dampfwagens in Rechnung gebracht wird, so folgt, daſs

alle übrigen Wagen als Wagen mitten im Zuge betrachtet werden können. Der Widerstand derselben mufs also zu 1 auf 280 angeschlagen werden, und dieses Verhältnifs werden wir bei allen unsern Versuchen annehmen.

Nach den obigen Tafeln war das Gewicht eines Wagens im Durchschnitte 94,215 Ctr. Der Wagen an der Spitze des Zuges fand einen Widerstand von 18,495 Loth auf den Ctr. oder im Ganzen von 54,20 Pfd. In der Mitte des Zuges dagegen nur 12,618 Loth auf den Ctr., oder 36,78 Pfd. im Ganzen. Der Unterschied lag in dem Widerstande der Luft. Dieser betrug also 17 bis 18 Pfd. für einen Wagen von mittlerer Höhe, und für die Geschwindigkeit, die bei den Versuchen Statt fand. Diese Geschwindigkeit war etwa 16 F. in der Secunde; denn etwa 9710 F. wurden in 10 Minuten durchlaufen.

Denselben Unterschied etwa ergeben directe Schätzungen des Widerstandes der Luft. Wir wissen nemlich, dafs der Wind, wenn seine Geschwindigkeit 20 F. Engl. in der Secunde beträgt, einen Quadr.-F. Engl. Fläche, mit der Kraft von 0,915, also beinahe 1 Pfd. Engl. stöfst, so dafs also auch eine gegen die Luft mit derselben Geschwindigkeit sich bewegende Fläche von 1 Quadr.-F. 0,915 Pfd. Engl. Widerstand findet. Also wird ein Wagen von $22\frac{1}{2}$ Q. F. Engl. Fläche ungefähr 20 Pfd. Engl. Widerstand finden.

Nachdem der Widerstand der Luft gegen den vordersten Wagen einmal von dem gesammten Widerstand abgezogen worden ist, hängt der Widerstand, auf den Centner gerechnet, nicht weiter von der Zahl der Wagen ab. Die übrigen Anomalieen, welche die Versuche ergeben, scheinen von zufälligen Umständen herzurühren: vom Zustande der Schienen, dem Luftstrome, der Schmierung u. s. w.; was sich nicht mit mathematischer Schärfe schätzen läfst.

[Hier möchte gegen die materiellen Daten, rücksichtlich des Widerstandes der Luft, eine Einwendung zu machen sein. Wenn sich nemlich die Luft gegen eine Fläche von 1 Quadr.-Fufs, oder umgekehrt diese gegen die Luft, mit der Geschwindigkeit v Fufs bewegt, so beträgt die Luftmasse, welche in einer Secunde zum Stofse gelangt, v Cub.-F., und wenn das Gewicht eines Cubik-Fufses Luft durch λ Pfd. bezeichnet wird, so ist das Gewicht der stofsenden Masse λv Pfd. Diese Masse bewegt sich gegen die Fläche mit v F. Geschwindigkeit. Ihr Stofs also wird so grofs sein, als die Kraft, welche nöthig ist, der Masse die Geschwindigkeit v beizubringen, weil die Fläche die Wirkung dieser Kraft vernichtet.

Die Schwere bringt in 1 Sec. die Geschwindigkeit $2g$ hervor, wo $g = 15\frac{5}{8}$ F. ist. Die beschleunigende Kraft des Stofses wird sich also zur Schwere verhalten, wie v zu $2g$. Sie wird folglich $\frac{v}{2g}$ sein. Die bewegende Kraft des Stofses also, weil jene beschleunigende Kraft auf die Masse λv wirkt, wird $\frac{\lambda v^2}{2g}$ sein. Allein Versuche (z. B. von *Woltmann*) haben ergeben, dafs der Stofs nicht so stark ist, als er nach der Theorie sein sollte, sondern dafs er nur etwa $\frac{2}{3}$ davon beträgt. Er ist also anzuschlagen auf $\frac{2}{3} \cdot \frac{\lambda v^2}{2g}$, oder auf:

$$\frac{\lambda v^2}{3g}.$$

Nun beträgt das Gewicht λ eines Cubik-Fufses Luft, bei mittler Temperatur, 0,08242 Pfd. Setzt man diesen Werth von λ, so wie denjenigen von $g = 15{,}625$ in den obigen Ausdruck, so findet man für den Stofs der Luft auf eine Fläche von 1 Quadr.-Fufs:

$$0{,}0017583 \,.\, v^2 \text{ Pfunde.}$$

Für die oben angenommene Geschwindigkeit von 16 F. in der Secunde beträgt also der Stofs der Luft auf 1 Quadr.-F. $16^2 . 0{,}0017583 = 0{,}4501$ Pfd. Also nicht, wie im Text angenommen wurde, nahe an 1 Pfd. auf den Quadr.-F., sondern noch nicht $\frac{1}{2}$ Pfd.; wodurch denn die Folgerung im Text ungewifs wird.

Dafs der Unterschied des Widerstandes, den die Fuhrwerke auf der Bahn finden, wie schon erinnert, nicht von dem Widerstande der Luft allein herrühren kann, sondern eher mehr von demjenigen des Gewichts der bewegten Masse: davon liegt unter andern der Beweis auch darin, dafs der Widerstand, bei ungefähr gleichen Massen, gröfser sein müfste, wenn der Dampfwagen vorauffährt, als wenn dieses nicht der Fall ist, weil in der Regel der Dampfwagen der Luft mehr Fläche entgegensetzt, als andere Bahnwagen. Dieses ergeben indessen die obigen Versuche nicht, wenn man diejenigen vergleicht, bei welchen die bewegte Masse ungefähr dieselbe war, z. B. XIII. und VII., oder XIV. und XII. D. H.]

§. 35.

Versuche über die Reibung von Wagen ohne Federn.

Da die obigen Versuche mit Wagen angestellt wurden, welche auf Druckfedern ruhen und nach vervollkommneter Art gebaut sind, so könnte

man annehmen, daſs gewöhnliche Wagen, ohne Federn, einen stärkern Widerstand finden würden.

Um diesen Umstand zu erörtern, wurden auf unser Ersuchen einige Versuche auf der Darlingtoner Bahn, genau auf die obige Weise, durch Herrn *Robert B. Dockroy* angestellt.

Die Wagen, welche man dazu nahm, waren die gewöhnlichen, welche dort im Gebrauche sind. Ihre Räder haben 2 F. 11 Z. im Durchmesser, wie die Liverpooler. Sie wiegen leer 25,62 Ctr. und beladen, 78,84 Ctr. Sie haben keine Federn, und die Achsen haben da, wo sie sich in den Buchsen reiben, 2 Z. 11 L. im Durchmesser. Die Liverpooler Wagen-Achsen haben, wie oben bemerkt, an denselben Stellen nur 1 Z. 8,4 L. im Durchmesser, was dadurch möglich gemacht wird, daſs bei ihnen die Last auf Verlängerungen der Achsen, aufserhalb der Räder, drückt, wo die Achsen dünner sein dürfen, ohne ihrer Stärke zwischen den Rädern etwas zu nehmen. Bei den Darlingtoner Wagen drückt die Last auf Puncten zwischen den Rädern, wie bei gewöhnlichen Fuhrwerken, und zwischen den Rädern darf die Dicke der Achsen nicht vermindert werden, weil sie dort nicht allein die Last zu tragen hat, sondern auch die Räder in fester Stellung halten und dem Seitendrucke widerstehen muſs, der während der Bewegung immer Statt findet.

Die Resultate der Versuche mit diesen Wagen waren folgende:

No. der Versuche.	Zahl der Wagen im Zuge.	Länge des durchlaufenen Weges. Fuſs Preuſs.	Unterschied der Höhe des Anfangs- und des Endpunctes des Laufs. Fuſs Preuſs.	Reibung.	Reibung auf den Centner Last. Loth Preuſs.
I.	12	9,276	33,56	1 auf 276	12,74
II.	4	9,323	33,61	1 - 277	12,68
III.	16	10,197	34,03	1 - 300	11,75
IV.	8	9,608	33,81	1 - 284	12,38

Während der Versuche wehte ein mittelmäſsiger Wind, in der Richtung der Fahrt, was zu berücksichtigen ist; denn es ist bekannt, daſs auf Eisenbahnen Wagenzüge öfters vom Winde allein auf eine beträchtliche Strecke fortgetrieben werden. [In der That: wenn ein Wagen z. B. 20 Quadr.-F. Querschnitt hat, und der Wind weht mit 40 F. Geschwindigkeit in der Secunde (was nur erst ein mäſsig starker Sturm ist), so daſs also dann der Stoſs, dem Ausdrucke (§. 34.) zufolge, 1600.0,0017583 =2,81 Pfd. auf den Quadr.-F. beträgt, so wird der Wagen mit 20.2,81

= 56,2 Pfd. Kraft fortgetrieben. Wiegt nun derselbe 100 Ctr., und wird die Reibung zu 1 auf 250 angeschlagen, so sind zur Fortbewegung des Wagens nur $\frac{100.110}{250}$ = 44 Pfd. Kraft nöthig. Der Wind vermag also allerdings allein, den Wagen auf der Bahn fortzutreiben. D. H.] Alle Wagen waren in guter Ordnung, besonders diejenigen bei den Versuchen III. und IV., welche die besten auf der ganzen Bahn waren.

Da die Versuche, gegen die Erwartung, vortheilhaftere Resultate gaben, als diejenigen mit Wagen, welche auf Druckfedern ruhen: so blieb der Einfluſs der Federn auf die Bewegung noch näher zu untersuchen.

Man unterkeilte also die Plateform eines Wagens mit Federn, so daſs es nun war, als habe der Wagen keine Federn. Er wurde darauf mit 2 Tonnen Engl. Bleiklumpen beladen, und der Wirkung der Schwere überlassen. Die Reibung fand sich

1 auf 261.

Jetzt wurden die Keile unter den Federn weggenommen, so daſs die Federn wieder wirken konnten, und nun war die Reibung

1 auf 268.

Es ergab sich also ein kleiner Vorzug der Federn. Aber dieser Vorzug kann leicht wieder durch zufällige Umstände verloren gehen; wie z. B. durch bessere Politur der Buchsen, bessere Schmierung u. s. w., und man kann, in dem einen und dem andern Falle, die Reibung anschlagen zu

1 auf 280, oder 12,57 Loth auf den Centner,

(8 Pfd. Engl. auf die Tonne Engl.).

[Auffallend nur ist es, daſs die Darlingtoner Versuche vortheilhafte Resultate, ungeachtet der bedeutend gröſseren Dicke der reibenden Stellen der Achsen, gegeben haben. Dieser Umstand dürfte also auch wohl noch einer näheren Erörterung bedürfen.

Übrigens scheint, da die obige Berechnung des Widerstandes der Luft nicht ganz zugegeben werden kann, die Reibung mit 1 auf 280 doch wohl etwas zu gering angeschlagen, besonders für den Fall, wenn die bewegte Masse nicht sehr bedeutend ist. Es scheint, als sei das Verhältniſs der Reibung zur Last nicht constant, sondern verändere sich auch mit der Gröſse des Gewichts der bewegten Masse, vielleicht auch noch mit der Geschwindigkeit der Bewegung; auſser dem, daſs, besonders für

das letzte, der Widerstand der Luft in Betracht kommt. Es kann leicht sein, daſs, für die nemliche Güte der Schienen und der Fuhrwerke, das Verhältniſs der Reibung von 1 auf 160 bis zu 1 auf 300 wechselt. D. H.]

Viertes Capitel.

Über die Reibung und den Widerstand der Dampfwagen.

Abschnitt I.

Von der Reibung frei fahrender Dampfwagen.

§. 36.

Von den verschiedenen Mitteln, diese Reibung zu finden.

Nachdem der Widerstand untersucht worden, den die zu bewegenden Lasten auf der Schienenbahn den Dampfwagen entgegensetzen, war es nöthig, auch den Widerstand, den der Dampfwagen selbst auf den Schienen findet, zu ermitteln; denn es ist bloſs der Überschuſs an Kraft des Dampfwagens über den zu seiner eigenen Fortbewegung nöthigen Zug, welchen er zum Fortbringen von Lasten zu verwenden vermag.

Die Reibung eines Dampfwagens ist der Widerstand, welchen diese Maschine ihrer Bewegung entgegensetzt. Sie ist die Kraft, die angewendet werden muſs, alle Reibungen zu überwinden, welche ihre Bewegung in dem Augenblicke hemmen, wo sie einen Wagenzug fortzieht. Die Maschine muſs erstlich die Kraft besitzen, den Wagenzug fortzubringen, oder dessen gesammte Reibung zu überwinden, und zweitens die Kraft, sich selbst fortzuziehen, oder ihre eigene Reibung zu überwinden. Diese zweite Kraft ist die Reibung der Maschine selbst, oder vielmehr ihr gleich; die erste Kraft ist die Reibung des gesammten Wagenzuges, und beide zusammen sind die dem Dampfwagen nothwendige gesammte Kraft.

Diese gesammte Kraft ist in drei Fällen verschieden.

Erstlich, wenn der Dampf in dem Kessel eingeschlossen bleibt, ohne Zugang zu dem Mechanismus der Maschine und ohne Wirkung auf dieselbe, so also, daſs der Dampfwagen durch eine äuſsere Kraft in Bewegung gesetzt werden muſs, aber ohne übrigens Lasten zu ziehen.

Zweitens, wenn der Dampf die bewegende Kraft, aber noch kein Wagenzug fortzuziehen da ist.

Drittens, wenn sich die Maschine nicht bewegen kann ohne einen Wagenzug mit sich fortzuziehen. Der Widerstand wird dann nothwendig den Druck auf alle Theile des Mechanismus verstärken und die Reibung in allen Theilen desselben vergrößsern, und folglich den Widerstand der Maschine selbst.

Der Unterschied zwischen dem ersten und zweiten Falle kann nicht groß sein; denn in beiden Fällen ist die Ladung der Maschine dieselbe, nemlich ihr eigenes Gewicht. Außerdem: wie auch die Maschine in Bewegung gesetzt werden mag, rückt sie fort, und bei jeder Umdrehung der Räder erleidet der Mechanismus ungefähr die gleiche Reibung. Im zweiten Falle würde der Dampf eine gewisse Kraft anwenden, um den Dampfwagen fortzutreiben. Diese Kraft würde Pressungen auf die Kurbeln, Achsen, Gelenke, etc., und folglich verhältnißmäßige Reibungen hervorbringen. Im ersten Falle würde die statt der Kraft des Dampfes angewendete äußere Kraft auf die Kurbeln, Achsen und Gelenke den nemlichen Druck und dieselbe Reibung hervorbringen, wie vorhin der Dampf. Bloß rücksichtlich derjenigen Theile, auf welche die Spannung des Dampfes direct und insbesondere wirkt, wird es sich in beiden Fällen auf verschiedene Weise verhalten. Diese von dem Dampfe, bei seinem Eintritt in die Cylinder, gepreßsten Theile werden im ersten Falle keine Pressungen erleiden, und es wird also, wenn der Dampf nicht die bewegende Kraft ist, in diesem Betracht weniger Reibung Statt finden.

Jene Theile sind die beiden Schiebeventile; denn nur diese werden unmittelbar von dem Dampfe gepreßt. Die Oberfläche eines Ventils, auf welche der Dampf wirkt, ist gewöhnlich 7 Z. 3,4 L. lang und 5 Z. 10 L. breit und enthält also 42,4 Quadr.-Z.; beide Ventile folglich 84,8 Quadr.-Z. Bewegt sich die Maschine, ohne Lasten zu ziehen, so ist nicht mehr als etwa 10,3 Pfd. Druck auf den Quadrat-Zoll nöthig. Versuche ergeben, daß selbst 4 bis 5 Pfd. Druck hinreichen. Der Druck auf beide Ventile beträgt also nicht mehr als etwa 873 Pfd. Rechnet man nun die Reibung von Eisen auf Eisen, geschliffen und polirt, zufolge der Coulombschen Versuche, auf den 10ten Theil des Drucks: so beträgt die Reibung der Ventile etwa 87 Pfd. Die Widerstände in den verschiedenen Puncten einer Maschine verhalten sich umgekehrt wie die Geschwindigkeit, mit welcher die Puncte sich be-

n. Das Schiebeventil rückt bei jedem Kolbenhube blofs um 2 Z. 11 L., also bei jedem Umgange des Rades nur um 5 Z. 10 L. fort, während der Umfang eines Rades, von 4 F. $10\frac{3}{4}$ L. im Durchmesser, 15,27 F. durchläuft. Die Reibung der Ventile bringt also auf den Schienen blofs eine Reibung von $\frac{87.5\frac{1}{8}}{12.15,27}$ oder von etwa 3 Pfd. hervor. Hieraus folgt, dafs, in der Ausübung, der Widerstand, welchen die Maschine erleidet, wenn sie keine Lasten fortzieht, in den beiden ersten obigen Fällen als gleich angesehen werden kann.

Rücksichtlich des Unterschiedes zwischen den beiden ersten Fällen und dem dritten wissen wir, dafs die Reibung sich wie der Druck verhält. Nun nehmen offenbar die Pressu n auf die verschiedenen Theile der Maschine in dem V zu, wie Last, welche sie zieht. Und zwar mufs zu der fortg ogenen Last di der Maschine selbst hinzugethan werden. Die von R ger nen Theile sind, erstlich, der Kolben, welcher in i die iemliche Weise geprefst wird, weil der Dampf keinen I eres hat. [Diese Stelle ist etwas undeutlich; sie h : *the piston, which remains in all cases pressed in the same manner, the steam having no access into its interior.* D. H.] Zweitens der Schieber, dessen Reibung mit der Spannung im Kessel sich verändert, die nur indirect auf die Ladung sich bezieht, und drittens die excentrischen Scheiben, deren Reibung sich nach derjenigen der Schieber richtet. Alle übrigen Theile der Maschine sind der obigen Regel unterworfen. Der hauptsächlichste Druck findet auf die Kurbeln und die Achsen Statt, und dieser Druck steht genau in dem Verhältnisse der Ladung.

Es mufs also ein beträchtlicher Unterschied in der Reibung Statt finden, wenn die Maschine Lasten fortzieht, und wenn sie blofs allein sich fortbewegt. Wir werden diesen Unterschied durch Versuche zu ermitteln suchen.

Zuerst werden wir die Reibung der leer gehenden Maschine zu finden suchen, und dann den Einflufs der Ladung auf die Reibung. Die Resultate in den beiden Fällen werden uns in den Stand setzen, den Widerstand von Dampfwagen in allen vorkommenden Fällen zu schätzen.

§. 37.

Reibung der Dampfwagen, aus der kleinsten Spannung der Dämpfe gefunden.

Die obige Bemerkung, dafs die Kraft zur Fortbewegung eines Dampfwagens sehr nahe die nemliche ist, der Dampf selbst, oder eine andere äufsere Gewalt mögen die bewegende Kraft sein, führt auf zwei verschiedene Mittel, die Reibung des Wagens in dem Falle zu finden, wenn er keine Last fortzieht. Das erste Mittel ist, die geringste Spannung des Dampfes zu suchen, die nöthig ist, den Wagen auf den Schienen in Bewegung zu setzen, wenn er keinen andern Widerstand findet, als seinen eigenen. Das zweite Mittel ist dasjenige, welches auf die Waggons angewendet wurde. Beide haben wir benutzt.

Das erste Mittel gründet sich auf folgende Erwägungen.

Wenn wir sehen, dafs der Dampf mit einem gewissen Druck auf den Quadratzoll die Maschine fortzutreiben vermag, so dürfen wir nur den Druck des Dampfes auf die Kolben berechnen, deren Fläche in Quadratzollen bekannt ist. Da dieser Druck hinreicht, die Maschine fortzutreiben, das heifst, ihren Widerstand zu überwinden, so giebt derselbe den Betrag dieses Widerstandes selbst. Es ist nur zu berücksichtigen, dafs, nach dem bekannten Princip der virtuellen Geschwindigkeiten, die Pressung, welche ein Theil einer Maschine erfährt, auf einen andern Theil derselben übertragen, nur dann die nemliche bleibt, wenn sich beide Theile gleich geschwind bewegen. Ist die Geschwindigkeit der Bewegung verschieden, so stehen die Pressungen im umgekehrten Verhältnisse der Geschwindigkeit. Dieses Princip zeigt sich klar und a priori an den einfachen Maschinen, wie dem Hebel, der Rolle, dem Flaschenzuge u. s. w. Der blofse Anblick reicht hin, um zu sehen, dafs, wenn eine Kraft vermittelst einer Maschine ein Gewicht zu heben im Stande ist, welches z. B. vier mal so viel beträgt, als die Kraft: dafs die Kraft dann zu dem Ende einen vier mal so grofsen Raum durchlaufen mufs als das Gewicht. In dem vorliegenden Falle verhält sich die Geschwindigkeit der Kolben zu der Geschwindigkeit der Fortbewegung der Maschine selbst, wie zwei Kolbenläufe zu einem Umfange der Räder, weil der Kolben hin und her sich bewegt, während das Rad umläuft. Eine auf den Kolben wirkende Kraft, auf die Fortbewegung der Maschine übertragen, reducirt sich also in demselben Verhältnisse, nemlich in demjenigen zweier Kolbenläufe zu dem Umfange der Räder.

Es sei d der Durchmesser des Kolbens, π das Verhältnifs des Umfanges eines Kreises zu seinem Durchmesser: so ist $\frac{1}{4}\pi d^2$ die Fläche eines Kolbens, und wenn p den wirksamen Druck des Dampfes auf einen Quadratzoll bezeichnet,

$$\tfrac{1}{2}\pi d^2 p$$

der wirksame Druck des Dampfes auf die beiden Kolben. Ist ferner l die Länge des Kolbenlaufs, und D der Durchmesser der Dampfwagenräder, so ist die Wirkung des Drucks auf die Kolben, übertragen auf den Umfang der Räder, $\frac{1}{2}\pi d^2 p . \frac{2l}{\pi D}$ oder

$$R = \frac{p l d^2}{D};$$

welches, wie oben bemerkt, der Widerstand ist, den die Maschine auf den Schienen findet.

Hier ist zu bemerken, dafs wir den Druck des Dampfes in den Cylindern der Spannung desselben im Kessel gleich gesetzt haben. Dieses ist deshalb geschehen, weil bei den Versuchen die Bewegung der Maschine nur sehr langsam vor sich ging und der Regulator völlig offen war, so dafs die beiden Spannungen Zeit hatten, sich ins Gleichgewicht zu setzen, und also als gleich angesehen werden konnten. Ferner ist zu bemerken, dafs der wirksame Druck p des Dampfes nicht die gesammte Kraft desselben, sondern nur ihr Überschufs über den Druck der Atmosphäre ist. Die bewegende Kraft des Dampfes dagegen ist seine ganze Spannung, die durch P bezeichnet werden mag. Andererseits aber ist auch der Widerstand der Kolben nicht blofs derjenige, welcher von der Reibung des Wagens auf den Schienen herrührt, sondern es drückt auch auf die Kolben, direct oder indirect, wie auf jeden andern Körper, der mit der Luft in Berührung ist, die Atmosphäre, dem Dampf entgegen. Wir haben also eigentlich nur zwei einander gleiche, entgegengesetzte Kräfte aus der Rechnung weggelassen, nemlich die Pressungen der Luft. Dies ist völlig zulässlich; denn wenn Kraft und Widerstand im Falle des Gleichgewichts in Betracht gezogen werden, so wird die Gleichheit nicht aufgehoben, wenn man beiderseits gleich viel wegläfst.

Um den geringsten Druck zu ermitteln, der im Stande ist, die Maschine in Bewegung zu setzen, mufsten die Versuche dann angestellt werden, wenn der Dampf die möglich-geringste Spannung hatte. Des Abends,

nach vollbrachtem Tagewerke, und nachdem das Feuer aus der Esse genommen ist, verliert das Wasser seine Hitze und der erzeugte Dampf allmälig seine Spannung. Dieses also war die Zeit, wo sich die geringste Spannung des Dampfes, welche die Maschine fortzutreiben vermag, ermitteln liefs. Durch die Federwage am Sicherheitsventile hätte sich die Spannung des Dampfes im Kessel finden lassen, indem man die Feder so weit lüftete, bis sie der Dampfspannung das Gleichgewicht hielt. Aus der dieser Spannung entsprechenden Anzeige der Scale der Wage liefs sich die Spannung berechnen. Um indessen die Rechnung zu ersparen, brachte man die Maschine unter die Quecksilberwage, welche unmittelbar die Spannung des Dampfs im Augenblicke des Versuches gab. So wurden die folgenden Versuche angestellt.

[Bei der Beschreibung dieser Versuche wird, um die Brüche zu vermeiden, durchweg das englische Maafs und Gewicht beibehalten, dagegen aber dasselbe in der Zusammenstellung der Resultate auf preufsisches Maafs und Gewicht reducirt werden. D. H.]

I. Am 5. Juli wurde mit dem *Atlas* experimentirt. Diese Maschine hat Cylinder von 12 Z. im Durchmesser; der Kolbenhub beträgt 16 Z., die Räder haben 5 F. im Durchmesser, der Dampfwagen wiegt 11,4 Tonnen. Der Munitionswagen war nicht angehängt.

Nachdem die Feder der Wage allmälig gelöset worden war, um die Spannung des Dampfes im Kessel, so wie sie abnahm, anzuzeigen, wurden folgende Versuche gemacht.

Als die Wage 2 Pfd. Spannung zeigte, bewegte sich der Wagen nach vorwärts und rückwärts, und zwar konnte er von der Ruhe in Bewegung gesetzt werden; also konnte nicht blofs die Reibung, sondern auch noch die Trägheit (*inertia*) der Masse überwunden werden. Die Kraft reichte noch hin, nicht blofs eine erlangte Geschwindigkeit zu erhalten, sondern eine Geschwindigkeit hervorzubringen; welches einen Überschufs an Kraft anzeigte.

Bei 1 Pfd. Druck gerieth die Maschine ebenfalls noch aus der Ruhe in Bewegung.

Mit noch ein wenig verminderter Spannung blieb noch der Wagen in Bewegung. In diesem Augenblicke brachte man die Maschine unter die Quecksilberwage. Sie zeigte 4 Pfd. wirksamen Druck auf den Quadrat-Zoll im Kessel. Das Sicherheitsventil trug nur noch das Gewicht

des Hebels, oder vielleicht etwas weniger, was sich nicht erkennen liefs, da die Scale nicht unter Null reichte.

Da der Cylinder 12 Z. im Durchmesser hatte, so betrug die Oberfläche der beiden Kolben 226 Quadr.-Z., also der Druck auf die Kolben $4.226 = 904$ Pfd., das heifst: der Dampf vermochte 904 Kraft mit der Geschwindigkeit der Kolben zu erzeugen. Dieses giebt, auf den Umfang des Rades übertragen, weil sich dort die Kraft zu der des Kolbens verhält, wie die Länge zweier Kolbenläufe zum Umfange des Rades, $\frac{2.1,33}{15,71}.904 = 154$ Pfd.

Da nun der Wagen noch in dem Augenblicke sich bewegte, wo er unter die Quecksilberwage gebracht war, obgleich die Spannung schon bis auf 4 Pfd. abgenommen hatte: so folgt, dafs der Widerstand, den die Maschine fand, nicht über 154 Pfd. betrug.

Dieser erste Versuch wurde mit der Maschine, getrennt von dem Munitionswagen, angestellt, damit nicht ein Widerstand dem andern entgegen wirken möchte. Als man aber wünschte, ihn auf leichtere Maschinen auszudehnen, deren Räder nicht gekuppelt waren, ergab sich eine Schwierigkeit. Die zur Bewegung der Maschine nöthige Kraft war nemlich so gering, dafs die Federwage sie nicht angeben konnte; denn der Druck war geringer, als selbst das Gewicht des Hebels. Ein anderes Hindernifs dieses geringen Drucks war, dafs er nur noch in dem Augenblicke zu erlangen war, wo die Erzeugung von Dampf ganz aufhörte und der Druck nun so schnell abnahm, dafs er sich nicht mehr mit einiger Genauigkeit messen liefs.

Da nun andererseits der Widerstand des Munitionswagens, nach Maafsgabe der obigen, mit Bahnfuhrwerken angestellten Versuche, sich berechnen liefs: so war es leicht, diesen Widerstand mit in Rechnung zu ziehen. Man hing also den Munitionswagen an den Dampfwagen an, und nun liefs sich genau experimentiren und die Spannung des Dampfs bequem durch Beobachtung finden. Dieserhalb wurde bei den folgenden Versuchen der Munitionswagen nicht mehr von dem Dampfwagen getrennt.

II. Am 21. Juli wurde ein Versuch mit dem *Sun* angestellt. Die Cylinder dieser Maschine haben 11 Z. im Durchmesser, die Räder 5 F.; der Kolbenhub beträgt 16 Z., das Gewicht des Wagens 7,91 Tonnen.

Als die Wage 6 Pfd. Druck zeigte, setzte sich der Wagen nebst dem mit Kohlen und Wasser beladenen Munitionswagen in Bewegung.

Eben so bei 4 und bei 2 Pfd. Auch noch bei 1 Pfd. Desgleichen, als das Ventil nur noch das Gewicht des Hebels trug und die Wage nichts mehr anzeigte.

Nach noch weiterer Verminderung der Spannung setzte sich die Maschine nicht mehr in Bewegung, fuhr aber fort, sich zu bewegen, wenn sie in Bewegung gebracht wurde.

In diesem Augenblicke brachte man sie unter die Quecksilberwage. Dieselbe zeigte $5\frac{1}{2}$ Pfd. Spannung auf den Quadrat-Z., so dafs dieses als die Spannung zu betrachten ist, welche den Dampfwagen nebst seinem Munitionswagen fortzubewegen vermag.

Die Oberfläche der Kolben hält 190 Quadr.-Z., welches mit $5\frac{1}{2}$ multiplicirt, $190.5{,}5 = 1045$ Pfd. Kraft der Kolben giebt, welche die Geschwindigkeit derselben hat, und darauf $\frac{1045}{5{,}887} = 177{,}5$ Pfd. Kraft mit der Geschwindigkeit der Maschine selbst. Diese Kraft also vermochte, den Dampfwagen nebst seinem Munitionswagen fortzubewegen. Nun wog der mit Wasser und Kohlen beladene Munitionswagen 6,5 Tonnen, und zufolge der Versuche mit Bahnfuhrwerken sind auf jede Tonne 8 Pfd. Kraft nöthig, um ein solches Fuhrwerk fortzutreiben. Es kamen also auf den Munitionswagen $6{,}5.8 = 52$ Pfd., und folglich blieben für den Dampfwagen $177 - 52 = 125$ Pfd. nothwendige Fortbewegungskraft.

III. Am 23. Juli wurde mit der nemlichen Maschine, dem *Sun*, experimentirt und es fanden sich folgende Resultate.

Als die Wage 4 Pfd. Druck anzeigte, setzte sich der Dampfwagen, von seinem mit Wasser und Kohlen beladenen Munitionswagen gefolgt, in Bewegung.

Bei 1 Pfd. Druck geschah solches noch kräftig.

Bei 0 Pfd. an der Wage noch mit Leichtigkeit.

Bei 2 Pfd. unter Null bewegte sich die Maschine noch mit einer Geschwindigkeit von 3 bis 4 F. in der Secunde.

Jetzt wurde die Maschine unter die Quecksilberwage gebracht, welche nun $4\frac{3}{4}$ Pfd. zeigte. Bei diesem Versuche war man zu der geringsten Spannung gelangt, die die Maschine noch fortzubewegen vermochte. Wie oben gerechnet, geben $4\frac{3}{4}$ Pfd. Spannung eine Kraft von 902,5 Pfd. am

Kolben und eine Zugkraft von 153 Pfd. Zieht man hiervon 52 Pfd. für den Widerstand des Munitionswagens ab, so bleiben 101 Pfd. für den Widerstand des Dampfwagens.

IV. Am selben Tage wurde mit dem *Firefly* ein ähnlicher Versuch angestellt. Die Cylinder dieser Maschine haben 11 Z. im Durchmesser, die Räder 5 F. Der Kolbenhub beträgt 18 Z., das Gewicht des Wagens 8,74 Tonnen. Nur ein Paar Räder wurden durch die Kolben in Bewegung gesetzt.

Bei 3 Pfd. an der Wage setzte sich die Maschine, mit ihrem mit Wasser und Kohlen beladenen Munitionswagen, in Bewegung.

Bei 2 Pfd. ebenfalls. Bei 0 desgleichen; sie fuhr zurück, und dann in entgegengesetzter Richtung.

Bei 1 Pfd. unter Null setzte sie sich vorwärts und rückwärts in Bewegung. Nachdem der Druck noch ein wenig weiter abgenommen hatte, war er eben noch hinreichend, die Bewegung fortzusetzen.

Jetzt brachte man die Maschine unter die Quecksilberwage, welche nun $4\frac{1}{2}$ Pfd. Druck anzeigte. Dieses giebt, $4\frac{1}{2}$ Pfd. Druck auf die Kolben gerechnet, 163 Pfd. Zugkraft, und 52 Pfd. für den Munitionswagen abgezogen, bleiben 111 Pfd. Zugkraft für den Dampfwagen.

§. 38.

Reibung der Dampfwagen, durch den Dynamometer gemessen.

Nachdem der Widerstand der Dampfwagen auf die beschriebene Weise zu messen versucht worden war, wendete man dazu auch den Dynamometer an.

V. Am 22. Juli wurde der *Vulcan*, welcher 11 Z. Durchmesser der Cylinder, 16 Z. Kolbenhub, 5füſsige Räder und 8,34 Tonnen an Gewicht hat, des Morgens, als er zur Abfahrt nach Manchester bereit und sein Kessel mit Wasser, die Esse mit Kohlen gefüllt waren, von seinem Munitionswagen abgelöset. Die Kolben wirkten nur auf ein Paar Räder.

Es wurde eine kreisförmige Federwage an die Maschine angebracht und eine Stange durch den Ring der Wage gesteckt, so daſs an derselben zwei Arbeiter die Maschine ziehen konnten.

Zuerst wurde die Maschine durch 5 oder 6 Menschen in Bewegung gebracht. Nachdem sie den ersten Anstoſs bekommen hatte, konnten sie zwei Menschen, an der Stange ziehend, ohne Schwierigkeit, mit

einer Geschwindigkeit von 3 bis 4 F. in der Secunde in Bewegung erhalten. Der Zeiger der Wage schwankte sehr. Er wankte von 130 bis 170 Pfd. Die mittlere Zugkraft war also 150 Pfd.

Darauf wurde die Wage von der vorderen Seite des Wagens abgenommen und an die hintere Seite angebracht. Der Versuch wurde wiederholt und gab eine durchschnittliche Zugkraft von 140 Pfd. Der Zeiger schwankte auf 20 Pfd., darunter und darüber.

Der Durchschnitt der beiden Versuche hatte also 145 Pfd. ergeben.

Die Maschine war, wie gesagt, zur Abfahrt bereit gewesen und hatte schon einige Bewegungen auf den Schienen gemacht, um das Feuer anzuzünden und den Kessel zu füllen, so daſs der Schmier schon geschmolzen und das Öl völlig im Fluſs war. Da indessen der Versuch auf einer Station bei Liverpool gemacht wurde, wo viel Passage ist und die Schienen mit Asche und Koth bedeckt sind, so war der Widerstand hier ungewöhnlich stark.

VI. Am 23. Juli, des Abends, wurde mit dem *Sun*, dessen Maaſse schon oben angegeben sind, und der 7,90 Tonnen wog, auf dieselbe Weise experimentirt. Man fand in der Richtung nach Manchester 100 und in der entgegengesetzten Richtung 130 Pfd. Zugkraft, im Durchschnitt also 115 Pfd. Der Kessel war gefüllt, die Esse aber leer.

VII. Am selben Tage erforderte die *Firefly*, deren Maaſse ebenfalls oben angegeben sind, und deren Gewicht 8,74 Tonnen betrug, 125 Pfd. Zugkraft in der einen und 130 Pfd. in der andern Richtung, im Durchschnitt also $127\frac{1}{2}$ Pfd. Der Kessel war gefüllt, die Esse leer.

VIII. Am gleichen Tage erforderte die *Fury*, deren Cylinder 11 Z., die Räder 5 F. im Durchmesser haben, die 16 Z. Kolbenhub hat und 8,2 T. wiegt, nach Manchester zu 100 Pfd. und in entgegengesetzter Richtung 110 Pfd., im Durchschnitt also 105 Pfd. Zugkraft.

Bei diesen Versuchen waren die Dampfwagen von ihren Munitionswagen getrennt. Die Schienen wurden an den Versuchsplätzen für horizontal gehalten. Indessen haben sie wahrscheinlich einigen Abhang; was der Grund war, warum in der einen Richtung mehr Zugkraft sich ergab, als in der andern.

§. 39.

Reibung der Dampfwagen, aus dem Reibungswinkel berechnet.

Die Resultate der letzten Versuche weichen nicht sehr von denen der ersten ab. Da indessen der Zeiger des Dynamometers bei allen Versuchen sehr schwankte, entweder wegen kleiner Unebenheiten der Bahn, oder wegen des ruckweisen Ziehens der Arbeiter, so war es sehr schwer, den Durchschnitt der Zugkraft mit einiger Genauigkeit zu bestimmen. Aufserdem vergröfserte die Unreinigkeit der Schienen die Zugkraft sehr. Es blieb also zu wünschen, dafs die Resultate auch noch auf eine andere Weise mit gröfserer Genauigkeit bestätigt würden.

Aus diesem Grunde wurde mit dem nemlichen Dampfwagen auch noch auf gleiche Weise experimentirt, wie früher mit den anderen Bahnwagen.

IX. Am 30. Juli wurde der *Jupiter* nach der Rampe von Sutton gebracht, an die nemliche Stelle, wo die Versuche mit den Bahnwagen waren gemacht worden. Die Cylinder der Maschine hatten 11 Z., die Räder 5 F. im Durchmesser; der Kolbenhub betrug 16 Z., das Gewicht des Dampfwagens 7,9 T. Die Kolben wirkten nur auf ein Paar Räder. Der Dampfwagen wurde von seinem Munitionswagen abgelöset und der Wirkung der Schwere überlassen.

Er lief von No. 0., in 7 Min. 12 Sec., bis 249 F. hinter No. 18., also 6189 F. weit, und 36,78 F. herunter. Die Reibung betrug also 1 auf 168 oder $\frac{7{,}90\ T.}{168} = 105$ Pfd., worunter der Widerstand der Luft für eine Geschwindigkeit von 13 bis 14 F. in der Secunde mitbegriffen ist.

X. Am 31. Juli wurde der *Atlas* nach derselben Stelle gebracht. Die Cylinder desselben haben 12 Z., die Räder 5 F. im Durchmesser; der Kolbenhub beträgt 16 Z., das Gewicht der Maschine 11,4 T. Alle vier Räder waren gekuppelt. Der Wagen konnte nicht genau an den gehörigen Punct gebracht werden und stand noch 99 F. hinter No. 1. Es war nicht möglich gewesen, den schweren Wagenzug weiter zu bringen, so dafs der obige Abgangsgunct genommen werden mufste. Die Maschine wurde der Wirkung der Schwere überlassen. Sie lief bis 273 F. hinter No. 17., 5454 F. weit und 32,07 F. hinunter. Die Reibung betrug also 1 auf 170, oder 150 Pfd. Hierunter ist wieder der Widerstand der Luft, für eine Geschwindigkeit von 11 bis 12 F. in der Secunde, mitbegriffen.

XI. Am 1. August wurde wieder der *Atlas* nach der Sutton-Rampe, und zwar genau nach No. 0. gebracht und der Wirkung der Schwere überlassen. Er rann bis 45 F. hinter No. 14., 4665 F. weit in 5 Min. 40 Sec., und 35,40 F. hinab. Die Reibung betrug also 1 auf 132, oder 194 Pfd.

Die Maschine war die Nacht vorher reparirt worden. Die Kuppelstangen waren zu schwach gewesen, und die neuen Stangen paſsten noch nicht genau. Die dadurch entstandene Hemmung, weil sie auf die Räder an dem Ende eines 1 F. langen Hebels, nemlich des Kurbelarms wirkte, war für die Geschwindigkeit der Maschine ein bedeutendes Hinderniſs. Diese Reibung des *Atlas* kommt also neben den Resultaten der anderen Versuche, vor dem 1. August, nicht in Betracht.

XII. Am 1. August wurde mit der *Vesta* auf ähnliche Weise experimentirt. Die Cylinder der Maschine hatten ursprünglich 11 Z. im Durchmesser gehabt; sie waren aber bei einer Reparatur neu gebohrt worden, und ihr Durchmesser betrug jetzt $11\frac{1}{8}$ Z. Der Durchmesser der Räder betrug 5 F., der Kolbenhub 16 Z., das Gewicht des Wagens 8,71 T. Die Kolben wirkten nur auf ein Räderpaar. Die Maschine rann innerhalb 6 Min. 3663 F. weit, von No. 0. bis 33 F. hinter No. 11., 33,07 F. hoch herab; welches eine Reibung von 1 auf 104, also von 187 Pfd. giebt.

Die Maschine war reparirt worden und hatte seitdem nur erst zwei oder drei Reisen gemacht. Die verschiedenen Theile und Gelenke derselben paſsten nicht gut; was der Grund der verhältniſsmäſsig starken Reibung war.

XIII. Am 2. August rann die *Fury* von No. 0. bis 48 F. hinter No. 18., innerhalb 7 Min., 5988 F. weit, 36,68 F. hoch herunter; welches eine Reibung von 1 auf 163 giebt, also von 113 Pfd. Die Cylinder der Maschine haben 11 Z. die Räder 5 F. im Durchmesser; der Kolbenhub beträgt 16 Z., das Gewicht der Maschine 8,02 T. Die Räder waren nicht gekuppelt.

XIV. Am 2. August lief der *Vulcan*, dessen Cylinder 11 Z., die Räder 5 F. im Durchmesser haben, und dessen Kolbenhub 16 Z., das Gewicht 8,34 T. beträgt, von einem 27 F. über No. 0. liegenden Punct, in 6 Min. 30 Sec. 5391 F. weit, 36,52 F. hoch herunter; welches eine Reibung von 1 auf 148, also von 127 Pfd. giebt.

XV. Am 4. August lief der *Leeds*, welcher dieselben Maafse hat, wie die *Fury* und der *Vulcan*, aber 7,07 T. wiegt, in 6 Min. 30 Sec. 5472 F. weit 36,32 F. hoch hinab. Die Reibung war also 1 auf 150, oder 105 Pfd. Einer der Kolben knarrte wegen unvollkommener Schmierung.

XVI. Am 15. August rann ebenfalls der *Leeds*, von demselben Punct, in 6 Min. 5061 F. weit 35,86 F. hinab, welches eine Reibung von 1 auf 141, also von 112 Pfd. giebt. Einer der Kolben knarrte wieder, wie vorhin.

Bei den Resultaten aller dieser Versuche ist der Widerstand der Luft gegen eine Geschwindigkeit von 14 bis 16 F. in der Secunde mit eingeschlossen.

§. 40.

Uebersicht der vorigen Versuche.

Tafel über die Reibung von Dampfwagen auf einer Eisenbahn.

No. des Versuchs.	Tag des Versuchs.	Name des Dampfwagens.	Durchmesser der Cylinder.		Kolbenhub.		Durchmesser der Räder.		Gewicht des Dampfwagens.	Die Reibung wurde gefunden durch den	Reibung nach den Versuchen.	Reibung im Durchschnitt.
			Z.	L. Pr.	Z.	L. Pr.	F.	Z. Pr.	Ctr. Pr.		Pfd. Pr.	Pfd. Pr.
I.	5. Juli.	*Atlas.*	11	8	15	6½	4	10¼	224,70	kleinsten Druck.	149,06	147,12
X.	31. Juli.	*Atlas.*	11	8	15	6½	4	10¼	224,70	Reibungswinkel.	145,19	
XI.	1. Aug.	*Atlas.*	11	8	15	6½	4	10¼	224,70	Reibungswinkel.	187,78	187,78
II.	21. Juli.	*Sun.*	11	6	15	6½	4	10¼	155,90	kleinsten Druck.	120,99	110,02
III.	23. Juli.	*Sun.*	11	6	15	6½	4	10¼	155,90	kleinsten Druck.	97,76	
VI.	23. Juli.	*Sun.*	11	6	15	6½	4	10¼	155,90	Dynamometer.	111,31	
IV.	23. Juli.	*Firefly.*	11	6	15	6½	4	10¼	172,27	kleinsten Druck.	107,44	115,18
VII.	23. Juli.	*Firefly.*	11	6	15	6½	4	10¼	172,27	Dynamometer.	122,92	
V.	22. Juli.	*Vulcan.*	11	6	15	6½	4	10¼	164,38	Dynamometer.	140,44	131,68
XIV.	2. Aug.	*Vulcan.*	11	6	15	6½	4	10¼	164,38	Reibungswinkel.	122,92	
VIII.	23. Juli.	*Fury.*	11	6	15	6½	4	10¼	161,62	Dynamometer.	101,63	105,50
XIII.	2. Aug.	*Fury.*	11	6	15	6½	4	10¼	161,62	Reibungswinkel.	109,37	
XV.	4. Aug.	*Leeds.*	11	6	15	6½	4	10¼	139,35	Reibungswinkel.	101,63	105,02
XVI.	15. Aug.	*Leeds.*	11	6	15	6½	4	10¼	139,35	Reibungswinkel.	108,41	
IX.	30. Juli.	*Jupiter.*	11	6	15	6½	4	10¼	155,71	Reibungswinkel.	101,63	101,63
XII.	1. Aug.	*Vesta.*	11	7½	15	6½	4	10¼	171,48	Reibungswinkel.	181,00	181,60

Aus diesen Resultaten folgt, wenn wir die *Vesta* bei Seite setzen, die besonders, mehrerer Umstände wegen, eine Ausnahme macht, für die Dampfwagen mit ungekuppelten Rädern durchschnittlich ein Widerstand von 111,03 Pfd. Der sehr schwere *Atlas*, mit gekuppelten Rädern, hätte, als er durch die Kuppelstangen nicht gehemmt wurde, einen Widerstand von 147,1 Pfd.

Als ein Durchschnitt aller Versuche läfst sich, in Folge einer Vergleichung des gesammten Gewichts der Maschinen und der gesammten Reibung, annehmen, dafs Dampfwagen, wenn sie gut gebaut und in gutem Stande sind, auf Eisenbahnen einen Widerstand von

1 auf $149\frac{1}{3}$ (15 Pfd. auf die Tonne) ihres Gewichts

finden. Dies läfst sich im voraus annehmen, wenn man eine Maschine bauen und ihre zukünftige Reibung im voraus schätzen will.

Wir haben schon bemerkt, dafs die Versuche mit dem Dynamometer und der geringsten Dampfspannung an einem Orte angestellt werden mufsten, wo die Schienen einen ungewöhnlich starken Widerstand entgegensetzten. Anderntheils fanden die Versuche mit dem Reibungswinkel an einer Bahnstelle Statt, wo 9 Kreuzungen zu passiren waren, was die Geschwindigkeit um so mehr verminderte, da die Kreuzungen weit unterhalb lagen. Es läfst sich daher für gut gebaute und, wie die Liverpooler, gut erhaltene Maschinen das obige Verhältnifs der Reibung mit ziemlicher Sicherheit annehmen, ohne zu fürchten, dafs man zu wenig rechne.

Bei allen Versuchen mit Dampfwagen, die wir noch zu beschreiben haben, werden wir übrigens nicht auf das durchschnittliche Resultat, sondern auf die wirklich gefundene Reibung Rücksicht nehmen.

Abschnitt II.

Von der aus dem Widerstande der Fracht herrührenden additionellen Reibung der Dampfwagen.

§. 41.

Wie dieselbe zu berechnen.

Wir haben bis jetzt die Reibung von Dampfwagen gesucht, welche frei fahren, ohne Lastwagen zu ziehen. Wir sahen aber oben schon, dafs die Reibung in dem Verhältnisse der Last, welche die Maschine fortschafft, zunehmen mufs. Wir haben daher nunmehr noch den Betrag der Reibung für verschiedene Ladungen zu suchen, um die darauf Bezug habende Zunahme der Reibung zu ermitteln.

Wenn ein Dampfwagen einen Wagenzug fortzieht, so giebt die Federwage die Spannung des Dampfes im Kessel an, aber noch nicht diejenige in den Cylindern, welche, wie sich weiter unten zeigen wird,

wegen des Weges, den der Dampf vom Kessel bis zum Cylinder zu durchlaufen hat, geringer ist. Nur wenn man direct die Spannung in den Cylindern finden, z. B. eine Quecksilberwage daselbst ansetzen könnte, würde sich die Reibung der Maschine für eine gegebene Ladung unmittelbar ergeben; denn man dürfte dann nur den gesammten Druck auf die Kolben nehmen, und würde daraus unmittelbar die Kraft der Maschine erfahren, welche sodann den aus der Reibung des Lastwagenzuges und des Dampfwagens zusammengesetzten Widerstand geben würde.

Wenn die Geschwindigkeit einer Maschine, welche Lasten fortzieht, zunimmt, so mufs ein Überschufs an Kraft vorhanden sein, und gegentheils zu wenig Kraft, wenn die Geschwindigkeit abnimmt. Wenn dagegen die Maschine eine gleichförmige Geschwindigkeit erlangt hat, und diese Geschwindigkeit sich unveränderlich erhält, so mufs ihre Kraft nothwendig dem Widerstande gleich sein, weil sonst entweder Beschleunigung oder Verzögerung des Laufs sich zeigen müfste.

Haben wir also die Kraft der Maschine gefunden: so kennen wir den Widerstand, welchen sie erfährt, und welcher aus demjenigen des Wagenzuges und dem der Maschine selbst zusammengesetzt ist. Diese Summe der Widerstände ist der Kraft der Maschine gleich: folglich ist der Widerstand der Maschine ihrer Kraft weniger dem Widerstande des Wagenzuges gleich.

Es läfst sich also unmittelbar die Reibung der Maschine finden, sobald man die Spannung der Dämpfe in den Cylindern kennt.

Es giebt Fälle, wo diese Spannung in den Cylindern direct bekannt und derjenigen im Kessel gleich ist. Diese Fälle sind die, wenn die Maschine die Grenze ihrer Kraft, für die Spannung, mit welcher sie wirken soll, erreicht hat, das heifst, wenn sie die gröfste Last zieht, welche sie mit jener Spannung fortzuschaffen im Stande ist. In der That kann in solchem Falle die Spannung in den Cylindern nicht mehr kleiner sein, als die im Kessel. Denn wäre sie es, so würde durch Verminderung der Geschwindigkeit, welche das einzige Hindernifs der Herstellung eines Gleichgewichts der Spannung im Kessel und im Cylinder ist, der Dampf Zeit gewinnen, sich im Cylinder zu sammeln, bis seine Spannung so grofs geworden ist, wie im Kessel; dadurch aber würde seine Wirkung vergröfsert werden. Die Maschine würde also eine gröfsere Last ziehen, so wie ihre Geschwindigkeit kleiner wird. So wie dagegen die Spannung

im Cylinder derjenigen im Kessel gleich kommt, findet keine weitere Verminderung der Geschwindigkeit, die eine Vergröfserung der Ladung gestatten könnte, Statt, indem die Vergröfserung der Ladung eine Zunahme der Zugkraft erheischen würde, welche nicht ferner möglich ist. [Es scheint hier, wie folgt, geschlossen zu werden. Gesetzt die Spannung der Dämpfe wäre, in dem Falle, wo die Maschine so viel Last fortzieht, als sie mit einer bestimmten Spannung des Dampfes im Kessel nur immer fortzuziehen vermag, in den Cylindern kleiner als im Kessel: so würde die Geschwindigkeit der Kolben, die sich nach der Spannung des Dampfes im Cylinder richtet und durch dieselbe bestimmt wird, kleiner sein, als sie es sein würde, wenn die Spannung im Cylinder der gröfseren im Kessel gleich wäre. Dann aber würde mehr Dampf in die Cylinder zuströmen, als bei verminderter Geschwindigkeit verbraucht wird, weil der Kessel, vermöge der dortigen gröfseren Spannung des Dampfes, mehr Dampf zu senden vermag, als durch die Cylinder entströmen kann. Durch diese Ansammlung des Dampfes aber würde wieder die Spannung desselben im Cylinder zunehmen, und dadurch nun wieder auch die Geschwindigkeit der Kolben wachsen, welches so lange fortgehen würde, bis die möglich-gröfste Geschwindigkeit erreicht worden ist, was dann geschieht, wenn die Spannung des Dampfes im Kessel kein Übergewicht mehr über diejenige in den Cylindern hat, und also beide gleich sind.

Dieses ist offenbar richtig, wenn man annehmen darf, dafs auf dem Wege vom Kessel bis zum Cylinder kein Dampf niedergeschlagen wird. Geschieht aber dieses, so kann auch ein Gleichgewicht zwischen dem Kessel und den Cylindern Statt finden, ohne dafs die beiden Spannungen gleich sind. Denn, gesetzt der Dampf gelangte, in einer von freier, kalter Luft umgebenen langen Röhre vom Kessel nach dem Cylinder, so würde er offenbar in letzterem eine geringere Spannung haben, als im Kessel, obschon gleichwohl für die möglich-gröfste Ladung das Gleichgewicht sich herstellen würde. Man kann also, so scheint es dem Herausgeber, nur schliefsen, dafs die Spannung des Dampfes im Cylinder, für den Fall der möglich-gröfsten Ladung, in ein bestimmtes, mehr oder weniger unveränderlich bleibendes Verhältnifs zu der Spannung des Dampfes im Kessel treten wird: nicht aber, dafs beide Spannungen nothwendig gleich grofs sind. Wäre die elastische Flüssigkeit eine andere, auf welche die Temperatur keinen, oder doch nur einen geringen Einflufs hat, z. B.

Luft, statt Dampf, so wäre der Schlufs im Text zuverläfsig richtig. Aber beim Dampf scheint eine Modification Statt finden zu müssen. Der Herausgeber will diese seine Ansicht nicht unbedingt behaupten, sondern bemerkt blofs, wie es ihm sich zu verhalten scheint. D. H.]

In dem Falle also, wo das Maximum der Ladung erreicht worden, ist die Kraft der Maschine a priori bekannt, und man kann aus derselben, wie oben bemerkt, die Reibung des Dampfwagens finden.

Nehmen wir also an, es sei bei einem Versuche die Grenze der Kraft der Maschine erreicht worden. Der Durchmesser der beiden Kolben sei d, so ist ihre Fläche $\frac{1}{2}\pi d^2$. Die wirksame Spannung des Dampfes im Kessel, so wie sie bei dem Versuche beobachtet worden, sei p auf den Quadratzoll. Alsdann ist, der obigen Bemerkung zufolge, der Druck auf den Kolben $\frac{1}{2}\pi p d^2$.

Der Durchmesser der Räder sei D, der Kolbenhub l. Der Druck auf die Kolben reducirt sich auf den Umfang der Räder im Verhältnifs der Geschwindigkeit des einen und des andern Punctes. Die Kraft am Umfange des Rades, also die Kraft, welche die Maschine fortzieht, ist also:

$$\frac{1}{2}\pi d^2 p \cdot \frac{2l}{\pi D} = \frac{p d^2 l}{D}.$$

[Man mufs hier wieder annehmen, dafs, wenn vorausgesetzt werden soll, die Spannung des Dampfes in den Cylindern sei der im Kessel gleich, nur von einem durchschnittlichen Betrage der Spannung in den Cylindern die Rede sei. Denn, wenn z. B. die Spannung der Dämpfe im Kessel eine gewisse Zeit hindurch unveränderlich stark wäre, so kann sie es in dem Cylinder nicht ebenfalls sein, weil sich die Kolben mit ungleichmäfsiger Geschwindigkeit bewegen und also den Dampf, der mit gleicher Spannung, und also mehr gleichförmiger Geschwindigkeit aus dem Kessel zuströmt, bald aufstauen, (wenn der Ausdruck erlaubt ist,) bald ihm schneller ausweichen werden, als er folgen kann. Es folgt auch daraus wieder, dafs eine dauernde Gleichheit der Spannung der Dämpfe im Kessel und in den Cylindern nicht möglich ist, oder man müfste annehmen, die Spannung der Dämpfe im Kessel wechsele eben so schnell und bedeutend, wie die in den Cylindern, oder wie der Druck auf die Kolben; zu welcher Wirkung aber keine hinreichende Ursach vorhanden zu sein scheint. D. H.]

Andererseits, wenn M das Gewicht der Ladung und n den Widerstands-Coefficienten bezeichnet, so wie er im vorigen Capitel ermittelt

worden ist, drückt nM den Widerstand der Ladung aus. Ist endlich X der Widerstand, den der Dampfwagen findet, so ist

$$nM + X$$

der Widerstand des gesammten Wagenzuges.

Da wir nun sahen, dafs die Kraft der Maschine, sobald ihre Bewegung gleichförmig geworden ist, dem Widerstande **gleich** sein mufs, so ist

$$\frac{pd^2l}{D} = nM + X,$$

und daraus folgt

$$X = \frac{pd^2l}{D} - nM.$$

Dieser Ausdruck giebt den gesuchten Betrag der Reibung des Dampfwagens. Ist p und M in Pfunden und d, l und D in Zollen oder Fufsen ausgedrückt worden, so giebt der Ausdruck auch X in Pfunden.

Hier, eben so wie bei den vorigen Versuchen mit frei fahrenden Dampfwagen, kommt der Druck der Atmosphäre nicht in Betracht, und man mufs nicht die gesammte Spannung der Dämpfe, sondern nur ihren Überschufs über den Druck der Luft in Rechnung bringen, weil, wenn beiderseits nur eine gleiche Kraft weggelassen wird, das Resultat sich nicht ändert.

Die gefundene Formel ist sehr einfach und giebt ohne Schwierigkeit den Widerstand des Dampfwagens, sobald man nur mit demselben die Grenze seiner Kraft erreicht hat. Alles kam also nur darauf an, dazu zu gelangen. [Einfach ist die Formel allerdings; aber gegen ihre Begründung finden, wenigstens **theoretisch**, wie oben angedeutet, mancherlei Zweifel Statt. D. H.]

Zu dem Ende wurden Versuche angestellt, indem man entweder der Maschine die gröfste Ladung zu ziehen gab, welche sie fortschaffen konnte, oder, für schwächere Ladungen, durch die Federwage den Druck so weit verminderte, als es anging, ohne die Bewegung des Wagenzuges zu verzögern.

Die Versuche wurden auf drei verschiedenen Rampen der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester angestellt; nemlich auf der Sutton-Rampe, von 1 auf 89 Abhang; auf der Whiston-Rampe, von 1 auf 96, und auf dem Chatmoss-Abhange, von 1 auf 1300 Abhang. (Man sehe hierüber auch das 5. Capitel Abschnitt VII. §. 66.) Bei der Schätzung des Widerstandes auf diesen Abhängen kommt natürlich die Wirkung der

Schwere neben der Reibung der Ladung auf den Schienen in Betracht, und der Widerstand des Wagenzuges, mit Ausschlufs desjenigen des Dampfwagens, ist aus der Reibung der Wagen, die, den obigen Resultaten zufolge, 1 auf 280 gesetzt wird, und der Wirkung der Schwere auf die gesammte Masse zusammengesetzt. So ergiebt sich z. B. für einen 40 Tonnen wiegenden Wagenzug, der von einem 10 Tonnen schweren Dampfwagen fortgezogen wird, auf der Sutton-Rampe folgender Widerstand:

40 mal 8 Pfd. Reibung auf die Tonne der Fuhrwerke, thut 320 Pfd.

$\frac{40.2240}{89} = 1006$ Pfd. für die Wirkung der Schwere auf einem Abhange von 1 auf 89, rücksichtlich der Ladung, . . . 1006 —

$\frac{10.2240}{89} = 251{,}6$ Pfd. für die Wirkung der Schwere, rücksichtlich des Dampfwagens . . . . 252 —

zusammen 1578 Pfd.

Widerstand, bis auf die Reibung des Dampfwagens. [Nemlich wenn die Maschine den Wagenzug bergauf zieht. D. H.]

Da auf horizontaler Bahn der Widerstand in Allem nur 8 Pfd. auf die Tonne beträgt, so setzt der bergauffahrende Wagenzug, von 50 Tonnen Gewicht, so viel Widerstand entgegen, als ein Gewicht von $\frac{1578}{8} =$ $197\frac{1}{4}$ Tonnen auf horizontaler Bahn.

Hiernach haben wir bei den folgenden Versuchen gerechnet.

Wir theilen die Resultate einer Menge von Versuchen mit. Und da der durchschnittliche Betrag der Reibung der Wagen in Rechnung kommt, so wird die Rechnung um so genauer sein, je gröfser die Zahl der Wagen ist.

§. 42.

Versuche über die additionelle Reibung der Dampfwagen.

[Bei der Beschreibung dieser Versuche wird wieder durchweg das Englische Maafs und Gewicht beibehalten und dasselbe nur erst in der Tafel der Resultate reducirt werden. D. H.]

I. Am 22. Juli 1834 zog der *Vulcan,* dessen Cylinder 11 Z., die Räder 5 F. im Durchmesser haben, dessen Kolbenhub 16 Z. beträgt, und der 8,34 Tonnen wiegt, einen Zug von 9 Bahnwagen erster Classe, worunter die Postkutsche und zwei leere Bahnkarren (*trucks*) waren, zusammen 39,07 Tonnen an Gewicht, die Sutton-Rampe herauf.

Die Geschwindigkeit bei der Ankunft an der Rampe betrug 26,6 Meilen in der Stunde, setzte sich für die erste Hälfte der Rampe auf 20 Meilen, nahm dann bis auf 11,42 Meilen im Durchschnitt ab, und auf die letzte Viertelmeile der Rampe, die ein wenig steiler ist, bis auf 7,5 Meilen in der Stunde.

Die Federwage der Maschine, bei der Abfahrt auf 31 gestellt, zeigte 36, was einen Druck von 57,5 Pfd. auf den Quadratzoll an der Quecksilberwage anzeigt.

Dieses giebt, zufolge der Verhältnisse der Maschinentheile, Folgendes.

190 Quadr.-Z. Querschnitt der beiden Cylinder, multiplicirt mit 57,5 Pfd. Spannung des Dampfes im Kessel, oder auf die Kolben, giebt 10 925 Pfd. Druck auf die Kolben, welches auf die Geschwindigkeit des Rad-Umfanges, die 5,887 mal geringer ist, reducirt, $\frac{10925}{5,887} = 1856$ Pfd. Zugkraft ausmacht.

Andrerseits beträgt der Widerstand der Fuhrwerke, zu 8 Pfd. auf die Tonne gerechnet, $39,07 . 8 = 313$ Pfd. Ferner an Widerstand der Schwere, auf dem 1 auf 89 betragenden Abhange, für 47,37 Tonnen Last, $\frac{47,41 . 2240}{89} = 1193$ Pfd. Zusammen also beträgt der Widerstand $313 + 1193 = 1506$ Pfd.

Es bleiben also, von 1856 Pfd. Zugkraft der Maschine, 1506 Pfd. Widerstand, welches dem von 188¼ Tonnen Last auf horizontaler Bahn gleich kommt, abgezogen, 350 Pfd. für den Widerstand des Dampfwagens übrig.

Die durchschnittliche Geschwindigkeit auf der Rampe betrug, wie gesagt, 11,42 Meilen, und diejenige am höchsten Puncte der Rampe 7,5 Meilen in der Stunde.

Wir werden bei allen Versuchen diese zwei Geschwindigkeiten besonders angeben, weil von der grofsen Geschwindigkeit des Zuges bei der Ankunft an der Rampe möglichst die der Bewegung eigenthümliche Geschwindigkeit abzusondern ist. Nähme man 11,42 Meilen an, so würde dies etwas zu viel sein, weil es mit der Anfangs-Geschwindigkeit verbunden wäre; hingegen 7,5 Meilen zu wenig, weil die letzte Viertelmeile der Rampe steiler als 1 auf 89 ist, auf welchen Abhang sich unsere Rechnung gründet.

Man nennt Wagen erster Classe diejenigen, welche Reisende transportiren und welche von Liverpool bis Manchester gehen, ohne an-

zuhalten. Diese Wagen werden nie gewogen. Für die Versuche haben wir ihr Gewicht durchschnittlich zu 4,73 Tonnen und das Gewicht der Postkutsche zu 3,44 Tonnen gerechnet. Der Munitionswagen ist zu 5 bis 5½ Tonnen angenommen, je nachdem er noch bei dem Versuche Kohlen und Wasser enthielt. Das Gewicht der Lastwagen ist genau gewogen und danach in Tonnen und Decimaltheilen von Tonnen angegeben.

II. Am 22. Juli 1834 erstieg der nemliche Dampfwagen, der *Vulcan*, die Whiston-Rampe, mit einem Zuge von 9 Bahnwagen erster Classe, unter welchen der Postwagen und 2 beladene Bahnkarren waren. Das Gewicht des ganzen Zuges, mit Einschluſs des Munitionswagens, betrug 41,32 Tonnen. Die Geschwindigkeit blieb während der Fahrt gleichförmig 18,75 Meilen in der Stunde und nahm bloſs auf der letzten Viertelmeile bis auf 12 Meilen ab. Die auf 31 gestellte Wage zeigte 36, also 57,5 Pfd. Spannung des Dampfes im Kessel auf 1 Quadr.-Z.

Dieser Versuch ergiebt 1856 Pfd. Kraft, und davon 1489 Pfd. Widerstand, der dem von 186 Tonnen Gewicht auf horizontaler Bahn gleich ist, abgezogen, 367 Pfd. Reibung des Dampfwagens.

III. Am 23. Juli 1834 fuhr der *Atlas* mit einem Zuge von 40 Wagen, welche genau 190 und mit dem Munitionswagen zusammen 195,5 Tonnen wogen, von Liverpool ab. Die Cylinder der Maschine haben 12 Zoll, die Räder 5 F. im Durchmesser, der Kolbenhub beträgt 16 Z., das Gewicht des Dampfwagens 11,40 Tonnen; die Wage war bei der Abfahrt auf 50 Pfd. gestellt.

Bei der Abfahrt waren zwei andere Maschinen zur Hülfe nöthig. An der Whiston-Rampe wurde der Zug noch durch 4 Maschinen bewegt, von welchen zwei, der *Ajax* und das *Experiment*, vorne und der *Sun* und der *Goliath* hinten wirkten. So, durch 5 Dampfwagen getrieben, gelangte der Zug oben an, ohne einen Augenblick Verzug und, einmal oben, übernahm der *Atlas* den weiteren Zug allein.

Bei dem Chatmoss-Abhang angelangt, erstieg die Maschine denselben, mit dem ganzen Zuge, ohne Hülfe, auf 5½ Meilen lang. Indessen hatte zuletzt die Geschwindigkeit bedeutend abgenommen. Die ersten 6 Viertelmeilen wurden mit einer gleichförmigen Geschwindigkeit von 15 Meilen in der Stunde zurückgelegt; die Wage zeigte 51, was nach der Quecksilberwage 54 Pfd. giebt. Auf den folgenden 4 Viertelmeilen war die Geschwindigkeit, unter der nemlichen Spannung, 10 Meilen in der Stunde.

Hier kam auf eine halbe Meile ein etwas steilerer Abhang. Die Geschwindigkeit nahm auf demselben schneller ab. Auf die erste Viertelmeile verminderte sie sich von 10 auf 6 Meilen, auf die zweite Viertelmeile auf $3\frac{1}{2}$ Meile und nahm noch weiter ab, bis zum Ende des Abhanges. In dem Verhältnisse, wie die Geschwindigkeit abnahm, stieg die Spannung; zuerst auf $51\frac{1}{2}$, dann auf 52 an der Wage, wo sie stehen blieb. Der correspondirende Druck an der Quecksilberwage beträgt 55 Pfd. Nachdem das Hindernifs überstiegen war, nahm die Geschwindigkeit wieder auf $4\frac{1}{2}$ Meilen, dann bis auf $7\frac{1}{2}$ Meilen in der Stunde zu, und setzte sich hierauf wieder, für den Rest des Abhanges, auf ihr gewöhnliches Maafs von 15 Meilen in der Stunde. Zugleich nahm der Druck an der Wage bis auf 51, oder 54 an der Quecksilberwage, ab.

Bei einem zweiten, kurzen Hindernifs unweit der Brücke über den Bridgewater-Canal zeigten sich ähnliche Erscheinungen. Die Geschwindigkeit nahm wieder bis auf $3\frac{1}{2}$ Meilen ab und die Spannung bis auf 52 an der Wage zu.

Der Abhang am Katzensumpf (Chatmoss) beträgt anfangs 1 auf 660, weiterhin aber, über dem Sumpfe, viel weniger. Durchschnittlich beträgt der Abhang nicht mehr als 1 auf 1300, und die schwierige Stelle ist blofs $\frac{1}{2}$ Meile (214 Ruthen Pr.) lang. Wenn eine Masse von 200 T. (3942 Ctr. Pr.) mit einer Geschwindigkeit von 15 Meilen in der Stunde ($21\frac{1}{2}$ F. Pr. in der Secunde) in Bewegung und folglich ein so bedeutendes Moment der Kraft vorhanden ist, so kann ein mäfsiger Abhang, von blofs einer halben Meile lang, nicht den ersten Stofs gänzlich zerstören. Da die Maschine nicht im Stande gewesen war, während der Fahrt über das Hindernifs eine gleichförmige Geschwindigkeit zu erlangen, sondern vielmehr bis zum letzten Augenblick immerfort an Geschwindigkeit verlor: so zeigte sich, dafs das Hindernifs für die Kraft der Maschine zu stark war. Im Ganzen aber zeigte sich auf die $5\frac{1}{2}$ Meilen, dafs einen durchschnittlichen Abhang von 1 auf 1300 mit einer Spannung von 55 Pfd. auf den Quadratzoll zu ersteigen noch innerhalb der Grenzen ihrer Kraft lag.

Da bei diesem Versuch einige Zweifel über die Verhältnisse der Theile des *Atlas* entstanden, mafsen wir dieselben wenige Tage nachher, am 8. August 1834, als die Maschine reparirt wurde, wiederholt, und fanden die frühere Angabe derselben völlig genau. Der Durchmesser der Cylinder ist 12 Z.; der Kolbenhub, an den Kurbeln der Achse gemessen,

als dieselbe von dem Wagen abgenommen war, beträgt 16 Z.; der Durchmesser der Räder 5 F., da wo sie auf den Schienen laufen. Näher an dem Spurkranz (*flange*) ist der Durchmesser $\frac{3}{8}$ Z. gröfser und an der abgeschrägten Seite (*at the basiled part*) $\frac{3}{8}$ Z. kleiner.

Der Versuch auf dem Katzensumpfe giebt Folgendes:

211 Pfd. Kraft der Maschine und

2226 Pfd. Widerstand der Ladung auf einem Abhange von 1 auf 660:

also 155 Pfd. fehlende Kraft.

Der Widerstand überstieg also die Kraft. Daher war es unmöglich, dafs die Maschine zu einer gleichförmigen Geschwindigkeit gelangen konnte, so lange sie sich über das Hindernifs hin bewegte. Sie mufste nothwendig immerfort an Geschwindigkeit verlieren, und würde zuletzt stehen geblieben sein, wenn der Abhang länger gewesen wäre.

Rechnet man dagegen auf den durchschnittlichen Abhang von 1 auf 1300, so finden sich

2111 Pfd. Kraft und

1921 Pfd. Widerstand des Wagenzuges, der dem von 240 Tonnen auf horizontaler Bahn entspricht:

also 190 Pfd. Reibung der Maschine.

Durchschnittlich betrug die Geschwindigkeit 8 Meilen in der Stunde, die geringste Geschwindigkeit $3\frac{1}{2}$ Meilen in der Stunde.

IV. Als die nemliche Maschine, an demselben Tage, über das Rainhill-Plateau fuhr, wo die Eisenbahn horizontal liegt, erreichte sie eine gleichförmige Geschwindigkeit von 9,23 Meilen in der Stunde. Die auf 50 gestellte Wage zeigte 50,5; was nach der Quecksilberwage 53,5 wirksamen Druck ausmacht. Dieses giebt

2054 Pfd. Kraft und

1564 Pfd. Widerstand der Last, entsprechend dem von $195\frac{1}{2}$ Tonnen auf horizontaler Bahn:

bleiben 490 Pfd. Reibung der Maschine

V. Am 23. Juli 1834 erstieg wiederum der *Atlas* die Sutton-Rampe mit einem Theile seines Zuges, bestehend aus 8 Wagen, 33,9, und mit dem Munitionswagen 39,4 Tonnen schwer. Die Wage war auf 50 gestellt und zeigte 52, oder 55 Pfd. wirksamen Druck. Die Geschwindigkeit betrug 6 Meilen in der Stunde. Dieses giebt:

2111 Pfd. Kraft und
1594 Pfd. Widerstand, entsprechend 199¾ Tonnen Last auf horizontaler Bahn:

bleiben 517 Pfd. für die Reibung der Maschine.

VI. Am 4. Juli 1834 zog die *Fury,* deren Cylinder 11 Z., die Räder 5 F. im Durchmesser haben, deren Kolbenhub 16 Z. und deren Gewicht 8,2 Tonnen beträgt, einen Zug von 10 Wagen, 51,16 Tonnen, und mit dem Munitionswagen 56,16 Tonnen schwer, die Whiston-Rampe hinauf. Die Wage war auf 32 gestellt und zeigte 35, welches einem Drucke von 65½ Pfd. auf den Quadr.-Z. im Kessel nach der Quecksilberwage entspricht. Die Geschwindigkeit betrug im Durchschnitte 6,31 Meilen in der Stunde, auf dem Gipfel der Rampe aber nur noch 3,33 Meilen.

2114 Pfd. Kraft;
1951 Pfd. Widerstand, einem Gewichte von 244 Tonnen auf horizontaler Bahn entsprechend;

läßt 163 Pfd. Reibung der Maschine.

VII. Am 24. Juli 1834 zog die nemliche Maschine, die *Fury,* auf die Sutton-Rampe hinauf einen Zug von 10 Waggons, 43,8 und mit dem Munitionswagen 48,8 Tonnen an Gewicht. Die Wage war auf 32 gestellt und zeigte 36, also eine wirksame Spannung von 67 Pfd. Die Geschwindigkeit betrug 15 Meilen in der Stunde. Die Maschine zog den Zug sichtbar leicht.

2162 Pfd. Kraft;
1825 Pfd. Widerstand, entsprechend einem Gewichte von 228 Tonnen auf horizontaler Bahn;

bleibt 337 Pfd. für die Reibung der Maschine.

VIII. Am 31. Juli 1834 vermochte der *Atlas,* dessen Maaſse schon angegeben sind, nicht, die Whiston-Rampe mit 14 Waggons, 61,65 und mit dem Munitionswagen 67,15 T. an Gewicht, zu ersteigen, obgleich die Wage, die bei der Abfahrt auf 57 gestellt worden war, 60 zeigte und also eine wirksame Spannung von 63 Pfd. auf den Quadr.-Z. im Kessel angab.

2419 Pfd. Kraft;
2370 Pfd. Widerstand, gleich dem eines Gewichts von 296¾ Tonnen auf horizontaler Bahn:

Überschuſs 39 Pfd. der Kraft über den Widerstand, der aber nicht zureichend war, die Reibung der Maschine zu überwinden.

IX. Am 31. Juli vermochte der nemliche Dampfwagen, der *Atlas*, nicht, die Sutton-Rampe mit 8 beladenen und 4 leeren Fuhrwerken, zusammen 35,15 und mit dem Munitionswagen 40,15 Tonnen wiegend, zu ersteigen. Die Wage war absichtlich bei der Abfahrt bis auf 40 gelüftet worden und zeigte $42\frac{1}{2}$, also einen wirksamen Druck von 46 Pfd. auf den Quadratzoll an der Quecksilberwage. Die Geschwindigkeit von 20 Meilen in der Stunde, mit welcher der Zug am Fuſse des Abhanges ankam, nahm, unmittelbar in der ersten Viertelmeile, bis auf $7\frac{1}{2}$ Meilen ab; auf der zweiten Viertelmeile betrug sie nur noch $4\frac{1}{4}$ Meilen, auf der dritten $2\frac{1}{4}$ Meilen und zuletzt stand die Maschine still.

1766 Pfd. Kraft;

1619 Pfd. Widerstand, für $202\frac{1}{3}$ Tonnen Gewicht auf horizontaler Bahn;

bleiben 147 Pfd. Überschuſs der Kraft über den Widerstand, der, wie wir sahen, nicht hinreichte, die Reibung der Maschine zu überwinden. Wir haben aber gefunden, daſs ihre Reibung, wenn sie ohne Ladung fährt, 152 Pfd. beträgt.

X. Um den vorigen Versuch zu beschlieſsen, wurde, in dem Augenblick als die Maschine still gestanden war, die Wage auf 45 angeschraubt. Sie zeigte $47\frac{1}{2}$, oder 51 Pfd. wirksamen Druck an der Quecksilberwage. Mit diesem Drucke gewann die Maschine allmälig wieder eine Geschwindigkeit von $7\frac{1}{2}$ Meilen in der Stunde, mit welcher sie auch den Gipfel der Anhöhe erreichte.

1958 Pfd. Kraft;

1619 Pfd. Widerstand, für $202\frac{1}{3}$ Tonnen Gewicht auf horizontaler Bahn:

bleiben 339 Pfd. Reibung der Maschine.

XI. Am 1. August 1834 zog die *Vesta* 10 Waggons, 43,72 Tonnen und mit dem Munitionswagen 49,22 Tonnen an Gewicht, die Whiston-Rampe hinauf, bis 60 Yards vom Gipfel. Die Cylinder der Maschine hatten ursprünglich 11 Z. im Durchmesser gehabt, waren aber bei einer Reparatur bis auf $11\frac{1}{8}$ Zoll ausgebohrt worden. Der Durchmesser der Räder des Dampfwagens betrug 5 F., der Kolbenhub 16 Z. und das Gewicht des Wagens 8,71 Tonnen. 60 Yards vom Gipfel war die Maschine im Begriffe still zu stehen, und mehrere Arbeiter muſsten mit Anstrengung in die Räder greifen, um sie bis zum Gipfel zu bringen. Die Wage war auf $20\frac{1}{2}$ gestellt, zeigte $23\frac{1}{2}$ und für die Quecksilberwage einen wirksamen Druck von 58 Pfd. auf den Quadratzoll. Die Geschwindigkeit von 20 Mei-

len in der Stunde, auf die vier ersten Viertelmeilen, nahm in der 5ten Viertelmeile bis auf 10 Meilen und in der 6ten bis auf 6 Meilen ab. Hierauf verlor sich die Bewegung ganz, als der Zug bei dem steileren Theile gegen den Gipfel zu anlangte. Diese steilere Stelle hätte aber ebenfalls zurückgelegt werden müssen, wenn man hätte wollen sagen können, die Maschine habe die ganze Rampe erstiegen; denn der durchschnittliche Abhang von 1 auf 96 begreift die steile Stelle mit in sich; und wollte man sie ausschliefsen, so würde das Gefälle der Rampe geringer angeschlagen werden müssen. Die Ladung war also für diese Spannung des Dampfes in der Maschine zu stark.

1915 Pfd. Kraft;
1746 Pfd. Widerstand, entsprechend einem Gewichte von $218\frac{1}{2}$ Tonnen auf horizontaler Bahn:

bleiben 169 Pfd. Überschufs der Kraft über den Widerstand, der nicht hinreichte, die Reibung der Maschine zu überwinden. Wir haben gesehen, dafs die Reibung dieses Dampfwagens, wenn er keine Last zieht, 187 Pfd. beträgt.

XII. Am 4. August 1834 vermochte der *Atlas*, dessen Mafse schon angegeben sind, nicht, einen Zug von 9 beladenen und 7 leeren Waggons, die zusammen 38,76 und mit dem Munitionswagen 44,26 Tonnen wogen, die Sutton-Rampe zu ersteigen. Die Wage war auf 55 gestellt, zeigte $57\frac{1}{2}$ und also einen wirksamen Druck von $60\frac{1}{2}$ Pfd. auf den Quadratzoll des Kessels. Diese Spannung war nicht hinreichend, und die Maschine im Begriff, stehen zu bleiben.

2323 Pfd. Kraft;
1755 Pfd. Widerstand, entsprechend einem Gewichte von $219\frac{1}{2}$ Tonnen auf horizontaler Bahn:

thut 568 Pfd. Überschufs der Kraft über den Widerstand, der also unzulänglich war, die Reibung der Maschine zu überwinden.

Dieser und der folgende Versuch geben die Reibung der Maschine, und zwar ziemlich einstimmig, sehr hoch an, nemlich auf 568 und 616 Pfd. Aber, verglichen mit dem Versuche No. XI., weiter oben, über die Bewegung der Dampfwagen ohne Ladung, ist zu bemerken, dafs die Maschine, zur Zeit, als diese zwei Versuche angestellt wurden, kürzlich reparirt worden war und noch nicht gehörig arbeitete. Am 1. August betrug der Widerstand der Maschine, ohne Ladung, 194 Pfd., statt der frü-

heren 152, was man damals dem Umstande zuschrieb, dafs die Kuppelstangen nicht gut pafsten. Aber der Fehler scheint tiefer gelegen und zugenommen zu haben; denn am 7. August brach die Achse der Maschine.

XIII. Zum Beschlusse der vorigen Versuche wurde, in dem Augenblick als die Maschiene still stehen wollte, der Druck durch die Feder auf $58\frac{3}{4}$ erhöht, und betrug nun $61\frac{3}{4}$ Pfd. wirksamen Druck im Kessel auf den Quadratzoll. Mit dieser Spannung gelangte die Maschine auf den Gipfel der Rampe mit einer Geschwindigkeit von 3,75 Meilen in der Stunde.

2371 Pfd. Kraft;

1755 Pfd. Widerstand, entsprechend einer Last von $219\frac{1}{3}$ Tonnen auf horizontaler Bahn:

bleiben 616 Pfd. für die Reibung der Maschine.

XIV. Am 4. August 1834 zog die *Fury* einen Zug von 8 Wagen erster Classe, unter welchen ein leerer Bahnkarren war, zusammen 32,97 Tonnen, und mit dem Munitionswagen 37,97 Tonnen an Gewicht, die Sutton-Rampe hinauf. Die Cylinder der Maschine haben 11 Z., die Räder 5 F. im Durchmesser; der Kolbenhub beträgt 16 Z. und das Gewicht des Dampfwagens 8,2 Tonnen. Die Wage war absichtlich bis auf 33, also bis auf 55 Pfd. an der Quecksilberwage gelüftet worden. Die Geschwindigkeit betrug im Durchschnitte 13,33 Meilen; die geringste Geschwindigkeit am Gipfel der Rampe war 10 Meilen in der Stunde.

1775 Pfd. Kraft;

1466 Pfd. Widerstand, entsprechend dem von $183\frac{1}{4}$ Tonnen auf horizontaler Bahn;

läfst 309 Pfd. für die Reibung der Maschine.

XV. Am 15. August zog der *Leeds* 7 Waggons, 29,65 Tonnen, und mit dem Munitionswagen 35,15 Tonnen an Gewicht, die Sutton-Rampe hinauf. Die Cylinder der Maschine haben 11 Z., die Räder 5 F. im Durchmesser; der Kolbenhub beträgt 16 Z., das Gewicht des Wagens 7,07 Tonnen. Die Wage war absichtlich bis auf 29 gelüftet worden und zeigte also 48,5 Pfd. Spannung an. Die Geschwindigkeit von 15 Meilen, auf die erste Meile der Rampe, nahm auf die nächste Viertelmeile bis auf 10 Meilen ab, und bis auf 6,6 Meilen für die letzte Viertelmeile am Gipfel. Im Durchschnitte betrug die Geschwindigkeit 10 Meilen.

1565 Pfd. Kraft;

1344 Pfd. Widerstand, entsprechend dem einer Last von 168 Tonnen auf horizontaler Bahn:

bleibt 221 Pfd. Widerstand der Maschine.

XVI. Am 16. August 1834, des Morgens, zog die *Vesta*, deren Maafse schon angegeben sind, einen Zug von 7 beladenen Wagen, zusammen 34,43 Tonnen und mit dem Munitionswagen 39,93 Tonnen an Gewicht, die Sutton-Rampe hinauf. Das Ventil war auf 20 gestellt, und blies bei $23\frac{1}{4}$, welches einen wirksamen Druck an der Quecksilberwage von 57,25 Pfd. anzeigte. Die Geschwindigkeit am Gipfel war 2,5 Meilen. Die Maschine hatte sich von der Ruhe an die Rampe hinauf in Bewegung gesetzt.

1891 Pfd. Kraft;

1543 Pfd. Widerstand, entsprechend einem Gewichte von 193 Tonnen auf horizontaler Bahn:

bleiben 348 Pfd. für die Reibung der Maschine.

XVII. Am 16. August 1834, des Morgens, zog die nemliche Maschine 8 Wagen, 31,95 Tonnen, und mit dem Munitionswagen 37,45 Tonnen schwer, die Sutton-Rampe hinauf. Die Wage war auf 20 gestellt und zeigte $23\frac{1}{2}$, also 58 Pfd. auf den Quadratzoll im Kessel wirksamen Druck. Die geringste Geschwindigkeit oben am Gipfel des Abhanges betrug 3,25 Meilen.

1915 Pfd. Kraft;

1462 Pfd. Widerstand, dem eines Gewichtes von $182\frac{3}{4}$ Tonnen auf horizontaler Bahn gleich;

läfst 453 Pfd. für die Reibung der Maschine.

XVIII. Am 16. August, des Abends, zog die nemliche Maschine, die *Vesta*, 8 beladene Wagen 27,5 Tonnen und 4 leere Wagen, 7 Tonnen, und der ganze Zug mit dem Munitionswagen 39,05 Tonnen schwer, die Sutton-Rampe hinauf. Die Wage war auf 20 gestellt, zeigte 23 und 56,5 Pfd. wirksamen Druck. Die Geschwindigkeit an dem schwierigsten Puncte der Rampe betrug 17 volle Kolbenhube in der Minute oder 3 Meilen in der Stunde.

1866 Pfd. Kraft;

1514 Pfd. Widerstand, dem von 189 Tonnen Last auf horizontaler Bahn gleich;

läfst 352 Pfd. für die Reibung der Maschine.

§. 43.

Uebersicht der Resultate der Versuche über die additionelle Reibung der Dampfwagen.

Nehmen wir von den im vorigen Paragraph beschriebenen Versuchen diejenigen zusammen, welche Resultate gaben, so erhalten wir folgende Tafel. Wir haben in derselben nur diejenigen Versuche aufgenommen, bei welchen die Geschwindigkeit nicht beträchtlich war. Denn je geringer die Geschwindigkeit ist: je näher erfüllt der Fall die Bedingung, dafs die gröfste Last fortgeschafft werden soll, welche die Maschine zu ziehen im Stande ist.

Tafel der Reibung Lasten ziehender Dampfwagen, nach Preufs. Maafs und Gewichte.

Der Durchmesser der Cylinder ist beim *Vulcan*, der *Fury* und dem *Leeds* 10 Z. 8,2 L., bei der *Vesta* 10 Z. 9,6 L. und bei dem *Atlas* 11 Z. 7,8 L.

Der Durchmesser der Räder sämmtlicher Maschinen ist 4 F. 10 Z. 3,2 L.

Der Kolbenhub beträgt bei sämmtlichen Maschinen 15 Z. 6,5 L.

Bei dem Versuche No. XIII. klemmte sich die Kuppelstange.

Nummer des Versuchs.	Datum.	Name des Dampfwagens.	Gewicht des Dampfwagens.	Reibung desselben ohne Ladung.	Wirksame Spannung der Dämpfe.	Geschwindigkeit bei den Versuchen.	Gewicht auf horizontaler Bahn.	Reibung des Dampfwagens.
	1834.		Ctr.	Pfd.	Pfd. auf den Quadratzoll.	F. in der Secunde.	Ctr.	Pfd.
I.	22. Juli.	*Vulcan.*	164,38	131,63	59,01	10,68	3705,55	398,77
II.	22. Juli.	*Vulcan.*	164,38	131,63	59,01	17,09	3666,13	355,23
VI.	24. Juli.	*Fury.*	161,63	105,50	67,22	4,74	4809,32	157,77
XIV.	4. August.	*Fury.*	161,63	105,50	56,45	14,24	3607,00	299,09
XV.	15. August.	*Leeds.*	139,35	104,53	49,78	9,40	3311,34	213,91
XVI.	16. August.	*Vesta.*	171,68	181,00	58,76	3,56	3804,10	336,84
XVII.	16. August.	*Vesta.*	171,68	181,00	59,52	4,63	3607,00	438,47
XVIII.	16. August.	*Vesta.*	171,68	181,00	57,99	4,27	3744,97	340,71
III.	23. Juli.	*Atlas.*	224,70	147,13	56,45	4,99	4730,48	183,91
IV.	23. Juli.	*Atlas.*	224,70	147,13	54,91	13,10	3863,23	474,28
V.	23. Juli.	*Atlas.*	224,70	147,13	56,45	8,55	3922,36	500,41
X.	31. Juli.	*Atlas.*	224,70	147,13	52,34	10,68	3981,50	328,13
XIII.	4. August.	*Atlas.*	224,70	187,77	63,37	5,34	4216,56	596,24
			Im Durchschnitte	146,16		Im Durchschnitte	3942,07	350,39

Im Durchschnitt also verursacht eine Ladung von 3942 Ctr., auf horizontaler Bahn, eine additionelle Reibung in der Dampfmaschine, über ihren eignen Widerstand hinaus, von 350,39 — 146,16 = 204,23 Pfd., welches

1,65 Loth auf den Ctr.

ausmacht.

§. 44.

Fernere Erörterungen über die vorigen Versuche.

Die Reibung der Dampfwagen muſs mit der Ladung, die sie ziehen, zunehmen. Denn es ist ein, an der einfachen Maschine, dem Hebel, der Rolle, dem Haspel, leicht zu verificirendes statisches Princip, daſs, wenn zwei Kräfte im Gleichgewichte sein sollen, die Achse, oder die Ebene, oder der Ruhepunct, von der Summe der beiden Kräfte gepreſst wird. Es verhält sich also der Druck auf den Ruhepunct, wie die resultirende Kraft. Eine Maschine in Bewegung tritt in den Fall des Gleichgewichts, und die Kraft muſs gerade dem Widerstande gleich sein, sobald die Bewegung gleichförmig geworden ist. Dann also steht auch der Druck auf die Ruhepuncte in dem Verhältnisse der an der Maschine das Gleichgewicht sich haltenden Kräfte. Mithin auch der Reibung, die sich wie der Druck verhält.

Dieses ist nun anwendbar auf die Reibung aller Gelenke des Dampfwagens, und folglich auf den gesammten Widerstand desselben, der nichts anderes ist, als die Summe aller der einzelnen Reibungen.

Die Zunahme des Widerstandes muſs sich also wie die Ladung verhalten; und dieses muſs die Rechnung ergeben. Es ist hinreichend, daſs die Maschine wirklich die Grenze ihrer Kraft für eine bestimmte Spannung der Dämpfe erreicht hat, das heiſst, daſs sie die gröſste Last zieht, welche sie mit dieser Spannung fortzuschaffen im Stande ist. In den Fällen, wo die Geschwindigkeit der Maschine bis auf 3 oder 4 F. in der Secunde abgenommen hatte, war dieser Fall wirklich erreicht; denn die Maschine war im Begriffe, stehen zu bleiben. Wir werden indessen sehen, daſs man selbst dann, wenn die Geschwindigkeit nicht über 16 F. in der Secunde betrug, noch berechtigt ist, die Spannung der Dämpfe in den Cylindern der in dem Kessel gleich zu setzen.

In der That: wenn der Dampf eine gewisse Spannung im Kessel erlangt hat, würde derselbe, durch eine enge Röhre nach den Cylindern gelangend, und sich dort unmittelbar ausdehnend, im Falle der Kolben unbeweglich wäre, sehr schnell die nemliche Spannung annehmen, die er im Kessel hat. Nun aber setzt der Kolben dem Dampfe nur einen begrenzten, von der Ladung abhängenden Widerstand entgegen, z. B. von 40 Pfd. auf den Quadratzoll, und weicht aus, sobald der Dampf im Cylinder diese Spannung erreicht hat. Ein Kolben, durch 40 Pfd. auf den Quadratzoll gepreſst, ist aber einem mit 40 Pfd. auf den Quadratzoll

beladenen Ventile zu vergleichen. Wäre die Verbindung zwischen dem Kessel und dem Cylinder ganz frei, ohne Röhre oder sonstigen engen Durchgang, so wird der Kolben ein wahres Ventil für den Kessel sein; und da nun dieses Ventil eher weicht, als das Sicherheitsventil, welches erst einem Drucke von 50 Pfd. auf den Quadratzoll nachgiebt, so würde die Spannung der Dämpfe im Kessel gar nicht höher steigen können, als bis zu 40 Pfd. Da indessen der Durchgang enge ist, so ist freilich der Kolben kein Ventil für den Kessel, aber er ist eines für den Cylinder.

Hieraus folgt dreierlei. Erstlich, daſs die Spannung im Cylinder genau dem Druck auf die Kolben gleich ist. Zweitens, daſs zwar, weil der Kolben dem Drucke des Dampfes nachgiebt, und ihm ausweicht, die Spannung des Dampfes nicht höher steigen kann, noch so hoch, als im Kessel: daſs aber, wenn der Kolben auf irgend eine Weise unbeweglich gemacht würde, oder wenn er wenigstens nicht schneller auswiche, als der Dampf erzeugt wird: daſs dann das Gleichgewicht der Spannung im Kessel und Cylinder unmittelbar würde hergestellt werden. Drittens, daſs, wenn in der Dampfröhre die Geschwindigkeit des Dampfstromes gröſser ist, als die der Erzeugung des Dampfes im Kessel: daſs dies von der geringeren Spannung des Dampfes im Cylinder herrührt, wegen welcher der Dampf im Kessel strebt, sich mit demjenigen im Cylinder ins Gleichgewicht zu setzen; denn sonst könnte der Strom in der Dampfröhre bloſs der Erzeugung des Dampfes entsprechen.

Hieraus folgt, daſs der wirksame Druck auf die Kolben demjenigen im Kessel gleich gesetzt werden darf, sobald die Geschwindigkeit des Kolbens die der Erzeugung des Dampfes erreicht hat. Da wir bald durch Versuche erfahren werden, wie groſs die Masse von Dampf, mit der Spannung im Kessel, ist, welche die Maschine in einem bestimmten Zeitraum erzeugt: so wird sich berechnen lassen, wie viel Cylinder voll Dampf von dieser Spannung die Maschine in einer Minute liefern kann, und welche Geschwindigkeit also dem, was wir die volle Spannung im Cylinder nennen, entspricht. Wir werden auf diese Weise sehen, daſs die Geschwindigkeit für die Maschinen, mit welchen wir experimentirten, wenigstens 16 F. in der Secunde beträgt. Wir dürfen also annehmen, daſs jedesmal, wenn die Geschwindigkeit nicht mehr betrug, die Spannung in den Cylindern der im Kessel gleich war, und daſs wir also, wenn wir danach rechneten, das rechte Maaſs der Kraft der Maschine fanden.

[Da hier nicht auf den Niederschlag der Dämpfe, der in gröfserer oder geringerer Masse auf dem Wege vom Kessel nach den Cylindern Statt finden kann, Rücksicht genommen wird, so scheint der Druck auf die Kolben, und folglich die Kraft der Maschine, für eine bestimmte Spannung der Dämpfe im Kessel, zu hoch angeschlagen, und also die Reibung der Maschine, nach der obigen Rechnungsart, die aufserdem keine besondere Sicherheit der Resultate zu gewähren scheint, zu grofs; was freilich für die Praxis gerade keine Gefahr hat. Der Gegenstand ist noch so neu, und dabei so verwickelt und schwierig zu erforschen, dafs noch fernere Versuche, auch noch auf andere Weise, und möglichst direct angestellt, zu wünschen sind. Nur aber directe Versuche, und keineswegs etwa Rechnungen, von abstracten Principien ausgehend, dürften fernere, sichere Daten gewähren können. D. H.]

(Die Fortsetzung folgt im nächsten Hefte.)

12.

Versuche über die Widerstandsfähigkeit der bekanntesten und nützlichsten Bausteine, welche das Rheinische Schiefergebirge und das daran grenzende Flötzgebirge an der Mosel und in den Ardennen liefern, desgleichen des Bauholzes: angestellt im Festungs-Bauhofe zu Coblenz.

(Von dem Königl. Preufs. Ingenieur-Premier-Lieutenant Herrn *Beise* zu Coblenz.)

(Fortsetzung der Abhandlung No. 6. Heft 1., No. 12. Heft 3., No. 14. Heft 4. des vorigen und No. 2. Heft 1. dieses Bandes.)

---

§. 21.

Tab. XXI. Vergleiche über die Widerstandsfähigkeit des Bauholzes, mit der Schraubenpresse. Auf beiden Enden Unterlagen.

Lauf. No.	Dimensionen in Preufs. Maafs.			Gewicht in Preufs. Pfunden, Handelsgewicht.	Biegung der Hölzer in Preufs. Linien.	Specifisches Gewicht des Holzes in Preufs. Pfunden.	Holzart.	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen.
	Länge. Fufs.	Breite. Zoll.	Höhe. Zoll.					
1.	15	$5\frac{3}{4}$	$3\frac{3}{4}$	100	$3\frac{1}{3}$	66	Eichenholz.	Ehe die Gewichte aufgelegt wurden, hatte der Balken schon durch seine eigene Schwere $\frac{1}{4}$ Zoll Biegung, welche folglich zu allen den vorigen Biegungen hinzugerechnet werden mufs. Nahm die vorige Gestalt nicht wieder an, sondern behielt einige Biegung.
				200	7			
				300	10			
				500	21			
				700	28			
				900	39			
				1000	41			
2.	15	$5\frac{3}{4}$	$3\frac{3}{4}$	100	3	Desgl.	Desgl.	Hatte durch seine eigene Schwere schon $\frac{1}{4}$ Zoll Biegung. Mit 1100 Pfd. fing er in einem Aste zu krachen an; deshalb wurde er entlastet.
				200	7			
				300	11			
				500	19			
				700	27			
				900	37			
				1000	45			
3.	15	$3\frac{3}{4}$	$5\frac{3}{4}$	100	2	Desgl.	Desgl.	Die letzten 1400 Pfd. hatten 15 Stunden lang den Balken beschwert und ihn noch um 5 Linien in der Mitte mehr gebogen, denn vorher hatte er nur 28 Linien Biegung. Das Eigengewicht hatte diesen Balken blofs um $1\frac{1}{2}$ Linien in der Mitte gebogen.
				200	4			
				300	6			
				500	10			
				700	14			
				900	18			
				1000	20			
				1200	25			
				1400	33			

Lauf. No.	Dimensionen in Preuſs. Maaſs.			Gewicht in Preuſs. Pfunden, Handelsgewicht.	Biegung der Hölzer in Preuſs. Linien.	Specifisches Gewicht des Holzes in Preuſs. Pfunden.	Holzart.	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen
	Länge. Fuſs.	Breite. Zoll.	Höhe. Zoll.					
4.	15	3¾	5¾	100	2	66	Eichener Balken.	Die Biegung nimmt also immer mehr oder stärker zu, als die Gewichte, wodurch sie hervorgebracht wird. In dieser Beziehung hat Barlow zu Woolwich in England gute Tabellen berechnet und entworfen; es ist nur Schade, daſs er zu seinen Versuchen nicht stärkeres Holz genommen hat. Die hier vom Verfasser dieses Aufsatzes angestellten Versuche hatten den Zweck, die von Barlow aufgestellten Berechnungen näher zu prüfen.
				200	4			
				300	6			
				400	8			
				500	10			
				700	14¼			
				900	19½			
				1000	21½			
				1200	25½			
				1400	30			
5.	15	12	3	100	5	Desgl.	Eine eichene Bohle.	
				200	9½			
				300	13½			
				400	18½			
				500	23½			
				700	32			
				900	42			
				1000	47			
				1100	52			
				1200	58			
				1300	63			
				1400	69			
6.	15	12	3	100	5	Desgl.	Desgl.	Diese haben sich nun, so weit es mit gröſseren Holzstücken verträglich ist, für die Praxis brauchbarer befunden, als irgend andere. Denn in einer Construction mit Bauholz kommt es mehr auf die Biegung an, welche dieses unter gegebenen Gewichten erleidet, als auf den Moment, wo es zerbricht; weil jede Biegung immer unangenehm ins Auge fällt und der Dauer des Gebäudes schadet.
				200	10			
				300	17			
				400	22			
				500	27			
				600	31½			
				700	36			
				900	46			
				1000	51			
				1100	56			
				1200	63			
				1300	68			
				1400	73			
7.	15	3	12	200	1	Desgl.	Desgl.	
				400	1½			
				600	2			
				700	3			
				900	3½			
				1000	4			
				1100	4½			
				1200	5			
				1400	6			
				1600	7			
8.	15	14	4	100	1½	Desgl.	Desgl.	Diese Bohle hatte sich durch ihr eigenes Gewicht und ein eisernes Gewicht von 100 Pfd. schon um 5 Linien herunter gebogen, ehe der Versuch anfing. Das Gewicht von 2000 Pfd. hing daran eine Stunde, ehe sich die Bohle bis auf 56 Linien in der Mitte herunterbog.
				200	4			
				300	8			
				400	11			
				500	13			
				600	15½			
				700	18			
				800	21			
				900	22½			
				1000	24			
				1100	27			

Lauf. No.	Dimensionen in Preufs. Maafs. Länge. Fufs.	Breite. Zoll.	Höhe. Zoll.	Gewicht in Preufs. Pfunden, Handels-gewicht.	Biegung der Hölzer in Preufs. Linien.	Specifisches Gewicht des Holzes in Preufs. Pfunden.	Holzart.	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen.
8.	15	14	4	1200	30			
				1300	32			
				1400	35			
				1500	37			
				1600	40			
				1700	43½			
				1800	46			
				1900	49			
				2000	56			
				2100	58			
				2200	60½			
9.	15	14	4	100	3	66	Eine eichene Bohle.	Das Gewicht von 900 Pfd. hing 1 Stunde lang. Nach 19 Stunden hatte sich die Bohle mit 2200 Pfd. noch um 13 Linien mehr in der Mitte gebogen; so dafs nun die ganze Biegung daselbst 70 Linien betrug.
				200	5½			
				300	8			
				400	10			
				500	12			
				600	15			
				700	17			
				800	20			
				900	28			
				1000	29½			
				1100	31			
				1200	34			
				1300	36			
				1400	39			
				1500	40			
				1600	42			
				1700	44			
				1800	47			
				1900	50			
				2000	53			
				2100	55½			
				2200	57			
10.	15	4	14	400	1½	Desgl.	Desgl.	Das eigene Gewicht hatte die Bohle gar nicht gebogen.
				800	2½			
				1200	3½			
				1600	4½			
				2000	6			
11.	12	5¾	3¾	100	1	Desgl.	Eichenholz.	Dieser Balken behielt noch 2 Linien Biegung, nachdem die Gewichte schon abgenommen worden waren, und man ihn auf eine horizontale Ebene gelegt hatte.
				200	3			
				300	5			
				400	7			
				500	9			
				600	11			
				700	13			
				800	15			
				900	17½			
				1000	19			
				1100	21¼			
				1200	23¼			
				1300	25½			
				1400	27			
				1500	29½			
				1600	31½			
				1700	34			
				1800	36			
				1900	38½			

Lauf. No.	Dimensionen in Preuſs. Maaſs. Länge. Fuſs.	Breite. Zoll.	Höhe. Zoll.	Gewicht in Preuſs. Pfunden, Handelsgewicht.	Biegung der Hölzer in Preuſs. Linien.	Specifisches Gewicht des Holzes in Preuſs. Pfunden.	Holzart.	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen
12.	12	3¾	5¾	200	1	66	Eichenholz.	Diese beiden Balken sollten 4 und 6 Zoll stark werden, die Ungeschicklichkeit des Zimmermanns hatte sie aber auf 3¾ und 5¾ Zoll herunter gebracht. Mit 100 Pfd. konnte der Balken so lange hangen wie man wollte, die Biegung wurde nicht gröſser, dagegen bog er sich mit 2400 Pfd. noch um 14 Linien während 18 Stunden.
				400	3			
				600	5			
				800	7			
				1000	9			
				1200	11½			
				1400	13½			
				1600	16			
				1800	18½			
				2000	20¼			
				2200	23			
				2400	25½			
13.	9	3¾	5¾	200	1	Desgl.	Desgl.	
				400	2			
				600	3			
				800	4			
				1000	5			
				1200	6			
				1600	8			
				2000	10			
				2400	13			
				2800	15			
14.	9	5¾	3¾	400	2	Desgl.	Desgl.	Mit 3200 Pfd. fing der Balken an zu krachen.
				600	4½			
				800	6½			
				1000	8			
				1200	10			
				1400	12			
				1600	14			
				1800	15½			
				2000	17½			
				2400	22			
				2800	26			
				3200	33			
				3260	zerbrach			
15.	9	15½	1¾	100	3¼	58	Desgl.	Eine sehr schöne eichene Diele, frei von allen Aesten und bedeutend ausgetrocknet. Sie wurde durch die Last zur Seite gedrückt und zerbrach deshalb; sonst hätte sie mehr getragen.
				200	6½			
				300	9			
				400	12			
				500	15			
				800	25½			
				1300	43			
				1400	47			
				1500	53			
				1600	57			
				1700	60			
				1800	66			
				1900	73			
				2400	zerbrach			
16.	9	2	9	400	2¼	Desgl.	Desgl.	Eben solche auf die hohe Kante gestellt. Aus demselben Grunde, wie die vorige, zerbrochen.
				800	4			
				1300	6			
				1600	7½			
				2000	10			
				2200	zerbrach			

Lauf. No.	Dimensionen in Preufs. Maafs. Länge. Fufs.	Breite. Zoll.	Höhe. Zoll.	Gewicht in Preufs. Pfunden, Handelsgewicht.	Biegung der Hölzer in Preufs. Linien.	Specifisches Gewicht des Holzes in Preufs. Pfunden.	Holzart.	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen.
17.	9	7¼	12	1000	¼	64	Eichenholz.	Die bei No. 15. und 16. bemerkte Ausbiegung der Bohlen nach der Seite ist bei Bohlendächern wohl in Erwägung zu ziehen.
				2000	½			
				3000	¾			
				4000	1			
				5000	1¼			
				6000	1¾			
				7000	2			
				8000	2¼			
				9000	2¾			
18.	9	12	7¼	1000	1	64	Desgl.	
				2000	1½			
				3000	3			
				4000	3½			
				5000	4			
				6000	4½			
				7000	5			
				8000	5½			
				9000	6			
				10000	6¾			
19.	12	12	7¼	1000	1	65	Desgl.	
				2000	2			
				3000	4			
				4000	6			
				5000	8			
				6000	10			
				7000	12			
20.	12	7¼	12	1000	½	65½	Desgl.	
				2000	1			
				3000	1½			
				4000	2			
				5000	2½			
				6000	3			
				7000	3½			
				8000	4			
				9000	4½			
				10000	5			
				11000	5½			
				12000	6			
21.	12	12	7¼	1000	1¼	65½	Desgl.	
				2000	2¼			
				3000	4			
				4000	5¼			
				5000	6¾			
				6000	8			
				7000	9¼			
				8000	10¾			
				9000	12			
				10000	13¼			
22.	15	3¼	2¼	50	30	32	Rothtannenholz. *Pinus picea.*	Die eigene Schwere des Balkens und 50 Pfd. Last, hatten selbigen 30 Linien in der Mitte gebogen.
				100	49			
				150	66			
				200	85			
				250	105			
				280	118			

Lauf. No.	Dimensionen in Preuſs. Maaſs. Länge. Fuſs.	Breite. Zoll.	Höhe. Zoll.	Gewicht in Preuſs. Pfunden, Handelsgewicht.	Biegung der Hölzer in Preuſs. Linien.	Specifisches Gewicht des Holzes in Preuſs. Pfunden.	Holzart.	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen.
23.	15	2¼	3¼	50	13	32	Rothtannenholz. *Pinus picea.*	Desgl. Der Balken blieb noch 9 Linien gekrümmt als alle Gewichte davon genommen worden waren.
				100	21			
				150	30			
				200	38			
				250	47			
				300	55			
				350	61			
				400	69			
				450	79			
				500	91			
				550	105			
24.	15	6	5	100	2	39	Desgl.	Der Balken wurde genau aus einem Stamme geschnitten, aber nicht behobelt, weil das Bauholz in der Regel nicht behobelt wird.
				200	3½			
				300	5			
				400	7			
				500	8			
				600	9			
				700	11			
				800	13			
				900	14			
				1000	15½			
				1100	16½			
				1200	18			
				1300	19			
				1400	21			
				1500	23			
				1600	26			
				1700	28			
				1800	29			
				1900	30			
				2000	32			
				2100	34			
				2200	36			
				2300	38			
25.	15	5	6	200	2	39	Desgl.	Die erste Biegung von 2 Linien wurde durch die eigene Schwere und 200 Pfd. hervorgebracht.
				400	4			
				600	6			
				800	8			
				1000	10			
				1200	12			
				1400	14½			
				1600	17			
				1800	19			
				2000	21½			
				2200	24			
				2400	27			
26.	15	3¼	2¼	50	36	32	Desgl.	Die erste Biegung wurde durch die eigene Schwere und 50 Pfd. Gewicht hervorgebracht.
				100	43			
				150	56			
				200	67			
				250	83			
				300	97			
				350	113			
				450	zerbrach			

Lauf. No.	Dimensionen in Preufs. Maafs. Länge. Fufs.	Breite. Zoll.	Höhe. Zoll.	Gewicht in Preufs. Pfunden, Handelsgewicht.	Biegung der Hölzer in Preufs. Linien.	Specifisches Gewicht des Holzes in Preufs. Pfunden.	Holzart.	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen.
27.	12	3¼	2¼	50	12	32	Rothtannenholz. *Pinus picea.*	Wie vorher.
				100	23			
				150	33½			
				200	42			
				250	51			
				300	60			
28.	12	2¼	3¼	50	7	32	Desgl.	Desgl.
				100	11			
				150	15			
				200	20			
				250	25			
				300	29			
				350	34			
				400	39			
				450	45			
				500	49			
				550	55			
29.	15	11	10	600	1	30	Desgl.	Desgl. Er nahm die vorige Gestalt wieder an.
				1000	1½			
				1500	2½			
				2000	3			
				2500	3½			
				3000	4			
				3500	4½			
30.	15	6	9	400	1	30	Desgl.	Aus dem vorigen Stamme. Er nahm seine vorige gerade Gestalt wieder an.
				800	2			
				1200	3½			
				1600	4½			
				2000	5½			
				2400	6½			
				2800	8			
				3200	9½			
31.	15	9	6	400	1	30	Desgl.	Wie der vorige. Nachdem das letzte Gewicht noch 15 Stunden darauf gelastet hatte, betrug die ganze Biegung 21 Linien.
				800	3			
				1200	6			
				1600	9			
				2000	11½			
				2400	14			
				2800	16½			
				3200	19			
32.	15	3	6	200	4½	30	Desgl.	Aus demselben Stamme wie die vorigen.
				400	7			
				600	10½			
				800	15			
33.	15	3	6	200	3	30	Desgl.	Desgl. Ganz schönes Holz zwischen Kern und Splint.
				400	6			
				600	10			
				800	13			
				1000	16			
				1200	20			
				1600	27½			
				1925	36 und zerbrach.			

Lauf. No.	Dimensionen in Preufs. Maafs. Länge. Fufs.	Breite. Zoll.	Höhe. Zoll.	Gewicht in Preufs. Pfunden, Handelsgewicht.	Biegung der Hölzer in Preufs. Linien.	Specifisches Gewicht des Holzes in Preufs. Pfunden.	Holzart.	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen.
34.	15	6	3	100	4½	30	Rothtannenholz. *Pinus abies.*	Aus dem vorigen Stamme.
				200	11½			
				300	18½			
				400	25½			
				600	41			
				800	55			
				900	65½			
				1000	73			
				1100	82			
				1200	95			
				1300	111			
				1369	126 zerbrach			
35.	9	6	5	400	1	38	Desgl.	Nach 18 Stunden bog sich der Balken mit 3800 Pfd. noch um eine Linie mehr.
				1000	3½			
				1500	5			
				1800	6			
				2300	8			
				2700	10			
				3200	12			
				3500	14			
				3800	15			
36.	9	5	6	600	1	38	Desgl.	
				1200	3			
				1800	4½			
				2400	6			
				3000	8			
				3600	10			
37.	12	6	5	400	3	38	Desgl.	Mit dem letzten Gewichte fing der Balken an zu krachen.
				800	6			
				1200	9½			
				1600	12½			
				2000	16			
				2400	20			
				3000	26			
				3600	32			
38.	12	5	6	600	1½	38	Desgl.	
				1200	5			
				1800	9			
				2400	13			
				3000	17			
				3600	22			
39.	15	5	6	600	8	38	Desgl.	Mit dem letzten Gewichte zerbrach der Balken.
				1200	15			
				1800	22			
				2400	30			
				3000	37			
				3600	51			
				4114	60			
40.	9	2¼	3¼	100	3	32	Desgl.	
				400	15			
				600	23			
				800	34			
				900	41			

Lauf. No.	Dimensionen in Preufs. Maafs. Länge. Fufs.	Breite. Zoll.	Höhe. Zoll.	Gewicht in Preufs. Pfunden, Handelsgewicht.	Biegung der Hölzer in Preufs. Linien.	Specifisches Gewicht des Holzes in Preufs. Pfunden.	Holzart.	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen.
41.	20	10	12	1000	1	40	Rothtannenholz. *Pinus abies.*	Nachdem er mit dieser Last 5 Stunden gestanden hatte, war die Biegung 1 Zoll, nachher bog er sich nicht mehr.
				2000	3			
				3000	5			
				4000	7			
				5000	9			
42.	25	12	10	1000	2	40	Desgl.	Dieser Balken war nur auf den beiden Lagerseiten beschlagen.
				2000	6			
				3000	11			
				4000	15			
				5000	19			
				6000	23			
43.	12	6	9	1000	1¼	31	Desgl.	
				2000	3			
				3000	5			
				4000	6¼			
				5000	8			
				6000	10			
44.	9	6	9	1000	¼	31	Desgl.	
				2000	2			
				3000	3			
				4000	3½			
45.	15	6	9	1000	3½	31	Desgl.	
				2000	7			
				3000	10			
				4000	13			
				5000	16			
				6000	19			
				6400	21			
46.	15	6	6	500	4	35	Rothtannenholz. *Pinus picea.*	Ganz reines Holz ohne sichtbare Aeste.
				1000	8			
				1500	12			
				2000	17			
				3000	27			
				3500	32			
47.	12	6	6	1000	5	35	Desgl.	Desgl. aus dem vorigen Stamme.
				2000	10			
				3000	15			
				3500	18			
				4000	22			
48.	9	6	6	1000	2	35	Desgl.	Desgl.
				2000	4			
				3000	6			
				4000	9			
				5500	13			
49.	15	6	6	1000	10	35	Desgl.	Desgl.
				2000	20			
				3000	30			
				3500	39			

Lauf. No.	Dimensionen in Preufs. Maafs. Länge. Fufs.	Breite. Zoll.	Höhe. Zoll.	Gewicht in Preufs. Pfunden, Handelsgewicht.	Biegung der Hölzer in Preufs. Linien.	Specifisches Gewicht des Holzes in Preufs. Pfunden.	Holzart.	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen.
50.	12	6	6	1000	1¼	35	Rothtannenholz. *Pinus picea.*	Desgl.
				2000	3½			
				3000	6			
				4000	8½			
				5000	11¼			
				6000	14			
				6500	16			
51.	20	8¼	10¼	1000	½	36½	Desgl.	Gutes Holz aus einem andern Stamme.
				2000	2			
				3000	5			
				4000	8			
52.	20	10¼	8¼	1000	4	36½	Desgl.	Desgl. Mit 4000 Pfd. hatte er sich in 24 Stunden noch 2 Linien mehr gebogen.
				2000	8			
				3000	12			
				4000	16			
53.	9	6	11	1000	½	34	Desgl.	Ein anderer Stamm.
				2000	1			
				3000	1½			
				4000	2			
				5000	2½			
				6000	3			
				7000	3½			
				8000	4			
54.	12	6	11	1000	1	34	Desgl.	Aus dem vorigen Stamme.
				2000	2			
				3000	3			
				4000	4			
				5000	5			
				6000	6			
				7000	7¼			
				8000	8			
55.	12	6	11	1000	2	34	Desgl.	Desgl.
				2000	4			
				3000	6			
				4000	8			
				5000	10			
				6000	12			
				7000	14			
				8000	14½			
56.	20	6	11	1000	3½	34	Desgl.	Desgl. Hatte sich durch das eigene Gewicht schon 3 Linien gebogen.
				2000	7			
				3000	10½			
				4000	14			
				5000	17½			
				6000	21¼			
				7000	24¾			
57.	25	6	11	1000	6½	34	Desgl.	Desgl. Hatte sich durch sein eigenes Gewicht schon 5 Linien gebogen.
				2000	13½			
				3000	20			
				4000	28			
				5000	36			
				6000	44			
				7200	zerbrach			

Lauf. No.	Dimensionen in Preufs. Maafs.			Gewicht in Preufs. Pfunden, Handelsgewicht.	Biegung der Hölzer in Preufs. Linien.	Specifisches Gewicht des Holzes in Preufs. Pfunden.	Holzart.	Besondere Bemerkungen und Beobachtungen.
	Länge. Fufs.	Breite. Zoll.	Höhe. Zoll.					
58.	25	11	6	1000	23	$35\frac{1}{4}$	Rothtannenholz. *Pinus picea.*	Aus einem andern Stamme. Die Biegung von 23 Linien, wurde durch sein eigenes Gewicht und 1000 Pfd. Last erzeugt.
				2000	41			
				3000	72			
				4000	$98\frac{1}{2}$			
				4500	116			
59.	20	11	6	1000	$15\frac{1}{2}$	$35\frac{1}{4}$	Desgl.	Aus dem vorigen Stamme. Die erste Biegung entstand durch sein eigenes Gewicht und 1000 Pfd.
				2000	27			
				3000	38			
				4000	53			
				5000	68			
				6000	84			
				6680	108			
				6800	zerbrach			
60.	15	11	6	1000	7	$35\frac{1}{4}$	Desgl.	Wie bei dem vorigen.
				2000	13			
				3000	19			
				4000	25			
				5000	31			
				6000	37			
				7000	44			
61.	12	11	6	1000	3	$38\frac{1}{4}$	Desgl.	Ein anderer Stamm.
				2000	7			
				3000	11			
				4000	15			
				5000	19			
				6000	$23\frac{1}{4}$			
				7000	27			
				8000	32			
62.	9	11	6	1000	1	$38\frac{1}{4}$	Desgl.	Desgl.
				2000	$2\frac{1}{2}$			
				3000	4			
				4000	$5\frac{1}{2}$			
				5000	7			
				6000	$8\frac{1}{2}$			
				7000	9			
				8000	$10\frac{1}{2}$			
				9000	12			
63.	20	6	10	1000	$8\frac{1}{4}$	30	Desgl.	Anderer Stamm, 2 Linien Biegung durch die eigene Schwere.
				2000	15			
				3000	22			
				4000	29			
				5000	36			
64.	20	10	6	1000	23			
				2000	41			
				3000	60			
				3050	zerbrach			

Das letzte der Probe unterworfene Stück Holz war sehr schlecht, es hatte ein brändiges Ansehen, selbst Faulflecke, und der Versuch geschah in der Absicht, um zu sehen, wie sehr solches Holz dem gesunden nachstehe, und auch wie weit man sich auf alte, beim Abbruche der Häuser vorgefundene Balken verlassen könne, wenn sie dieses Ansehen haben. Der Erfolg lehrte, dafs dies Holz sehr schwach sei, weil ganz gesundes Holz wohl 6000 Pfd. und mehr unter denselben Umständen trägt.

Um zu sehen, ob die durch die Schraubenpresse auf das Holz ausgeübte Gewalt auch so groſs sei, als die wirklich in der Mitte des Balkens angehängten Gewichte, wurden die berechneten Pressungen der Schraube in Preuſsischen Pfunden an die Balken angehangen, und man erhielt dieselben Biegungen als unter der Schraube.

Es wurde auch Holz in Würfeln von 3 Zoll Seite unter die Presse gebracht, wobei sich denn ergab, daſs man dieses Holz, auf dem Hirnende gepreſst, von 3 Zoll auf 8 Linien mit einem Drucke von 150000 Pfd. reduziren konnte (*pinus picea*). Das auf die Fasern gepreſste Holz, das heiſst wo der Druck lothrecht auf dieselben erfolgte, lieſs sich durch diesen Druck selbst bis auf 6 Linien zusammen pressen. Wurden diese Würfel in Wasser gelegt, so nahmen sie ihre vorige Gestalt und Gröſse wieder an, sobald sie unter der Presse weggenommen wurden.

Auch 7jähriger Mörtel von Muschelkalk und schwarzem vulkanischen Sande, wie er in der Umgegend von Coblenz vorkommt, nemlich 1 Tonne ungelöschten Muschelkalk, 3 bis 4 Tonnen (Berliner) Sand vermischt, zeigte sich eben so fest als gut gebrannte Ziegelsteine. Merkwürdig war, daſs dieser Mörtel beim Zerdrücken inwendig ganz feucht wurde, oder sein Crystallisationswasser nach der Mitte concentrirte.

In der Gegend von Bendorf bei Coblenz findet sich ein Bimstein-Conglomerat, wovon das Bindemittel ein feiner Kalkbrei gewesen zu sein scheint, ehe es erhärtete. Aus diesen Steinen fertigt man Fachwände und Schornsteine, selbst leichte feuerfeste Gewölbe. Die Fachwände schützen aber nicht hinreichend gegen die Einbrüche der Diebe, und die Wanzen finden darin die bequemste Herberge. Die daraus gefertigten Schornsteine, wenn sie nur 4 bis 6 Zoll weit sind, können ihrer Leichtigkeit und Feuerfestigkeit wegen vorzüglich genannt werden. Da wo man aber noch am Vorurtheile der weiten Schornsteine festklebt, oder gar, wie in den Niederlanden und in Luxemburg, durch Gesetze zu dieser schlechten Construction derselben gezwungen ist, geben sie ein Material zum Schornsteinbau, was nicht genug zu vermeiden ist. Jedesmal, wenn der Schornsteinfeger einen solchen Schornstein besteigt, kratzt er mit dem Glanzruſs zugleich einen Theil der Schornsteinwände ab, und macht ihn dadurch feuergefährlich. Der Verfasser dieses, hat in Coblenz in mehreren Gebäuden, die wegen des Festungsbaues abgebrochen werden muſsten, Schornsteine dieser Art gefunden, welche bis an die Tapeten durchgekratzt waren, andere, wo die Löcher schon durch die Tapeten gingen, und andere, wo die Wände kaum noch einen Zoll dick waren. Ein Mal sah er sogar einen Fuſsboden mit brennen, als ein mit solchen Steinen aufgeführter, alter weiter Schornstein Feuer gefangen hatte. Da wo sich solches Material vorfindet, sollten die Schornsteine entweder gesetzlich alle enge sein, oder ihre Construction mit diesem Material verboten werden.

Das Widerstandsvermögen dieses Conglomerates betrug pro Quadratzoll durchschnittlich nicht mehr als 50 bis 60 Preuſs. Pfunde. Demungeachtet stehen die engen Schornsteine, welche man daraus erbauet, sehr fest, wenn sie selbst durch 4 Etagen geführt werden.

Um zu sehen, wie die in Tabelle XXI. erhaltenen Resultate mit der Barlowschen Theorie übereinstimmen, stellte man folgende Berechnungen an. l Länge des Balkens, W Gewicht, welches ihn biegt, a Breite, d Höhe desselben, ξ absolute Elasticität.

1stes Beispiel. Wie groſs muſs die Biegung des geprüften Balkens No. 24. Tab. XXI. unter dem Gewichte von 1600 Preuſs. Pfd. sein, wenn er auf beiden Enden unterstützt und bloſs in der Mitte belastet ist; nach der von Barlow entwickelten Formel $d = \frac{l^3 W}{a d^3 \xi}$. Die Elasticität des Rothtannenholzes 5000000 berechnet?

$$\begin{aligned} l^3 &= 180^3 = 583200 \\ W &= 1600 \\ \hline l^3 W &= 9331200000, \end{aligned}$$

$$a d^3 \xi = 6 \text{ Mal } 125 \text{ Mal } 5000000 = 3750000000,$$

folglich

$$\delta = \frac{l^3 W}{a d^3 \xi} = \frac{9331200000}{3750000000} = 2{,}488 \text{ Preuſs. Zoll} = 29{,}8 \text{ Linien.}$$

Der Versuch giebt 26 Linien. Hätte das Gewicht von 1600 Pfd. aber mehrere Stunden oder Tage auf dem Balken No. 24. gelastet, so würde seine Biegung gewiſs der berechneten gleich gekommen sein, wie dies bei mehreren gebogenen Balken der Tab. XXI. zu sehen ist.

2tes Beispiel. Wie stark wird sich derselbe Balken unter denselben Umständen biegen, wenn er auf die hohe Kante gestellt wird (*de champ*) und dieselbe Belastung von 1600 Pfd. erhält?

$$\begin{aligned} l^3 &= 180^3 = 583200 \\ W &= 1600 \\ \hline l^3 W &= 9331200000, \end{aligned}$$

$$a d^3 \xi = 5 \times 216 \times 5000000 = 5400000000 \text{ und } \frac{l^3 W}{a d^3 \xi} = \delta = \frac{9331200000}{5400000000} = 1{,}728 \text{ Zoll} = 20\tfrac{1}{4} \text{ Linien.}$$

Der Versuch gab 17 Linien, würde aber wohl 20 Linien gewesen sein, wenn das Gewicht von 1600 Pfd. mehrere Tage darauf gelastet hätte.

3tes Beispiel. Wie grofs ist die Biegung des Balkens No. 29. Tab. XXI., wenn er auf beiden Enden unterstützt und in der Mitte mit 3000 Pfd. belastet ist?

$$l^3 = 5832000, \quad W = 3000, \quad \text{daher} \quad l^3 W = 17496000000.$$
$$a d^3 \xi = 11 \times 1000 \times 5000000 = 55000000000,$$
$$\text{daher} \quad \delta = \frac{l^3 W}{a d^3 \xi} = \frac{17496}{55000} = 0{,}318 \text{ Zoll} = 3{,}876 \text{ Linien.}$$

Der Versuch ergab 4 Linien.

4tes Beispiel. Wieviel Linien wird ein Balken von 15 Fufs Länge, 6 Zoll Breite, 9 Zoll Höhe No. 30. Tab. XXI. tragen, wenn er in seiner Mitte mit 3200 Pfd. belastet und auf beiden Enden unterstützt wird?

$$l^3 = 5832000, \quad W = 3200, \quad l^3 W = 17662400000;$$
$$a d^3 \xi = 21870000000, \quad \delta = \frac{l^3 W}{a d^3 \xi} = \frac{176624}{218870} = 0{,}869 \text{ Zoll} = 10\tfrac{1}{4} \text{ Linien.}$$

Der Versuch giebt $9\frac{1}{2}$ Linien Biegung, welche der Balken gewifs erhalten haben würde, wenn das Gewicht längere Zeit darauf gelastet hätte.

5tes Beispiel. Wie grofs ist die Biegung des Balkens No. 31. mit 3200 Pfd., wenn er auf beiden Enden unterstützt und in der Mitte allein belastet ist?

$$l^3 = 5832000, \quad W = 3200, \quad \text{folglich} \quad l^3 W = 17662400000.$$
$$a d^3 \xi = 9 \text{ Mal } 216 \text{ Mal } 5000000 = 97290000000, \quad \text{und} \quad \frac{l^3 W}{a d^3 \xi} = \frac{176624}{97200} = 1{,}807 \text{ Zoll} = 21\tfrac{3}{4} \text{ Linien.}$$

Der Versuch gab 19 Linien. Hätte man das Gewicht aber mehrere Tage darauf hangen lassen, so würde die Biegung auch 21 bis 22 Linien betragen haben.

6tes Beispiel. Um wieviel Linien wird der Balken No. 35. Tab. XXI. in der Mitte gebogen werden, wenn daselbst ein Gewicht von 3800 Pfd. lastet und beide Enden desselben frei unterstützt sind?

$$l^3 = 108^3 = 1259712, \quad W = 3800, \quad \text{daher} \quad l^3 W = 4786905600,$$
$$a d^3 \xi = 3750000000, \quad \text{daher} \quad \delta = \frac{l^3 W}{a d^3 \xi} = \frac{47869056}{37500000} = 1{,}276 \text{ Zoll} = 15\tfrac{1}{4} \text{ Linien.}$$

Der Versuch gab 15 Linien.

7tes Beispiel. Wie grofs ist die Biegung des Balkens No. 41., wenn er auf beiden Enden unterstützt und in der Mitte mit 5000 Pfd. belastet ist?

$$l^3 = 240^3 = 13824000, \quad W = 5000, \quad \text{daher} \quad l^3 W = 69120000000;$$
$$a d^3 \xi = 10 \text{ Mal } 1728 \text{ Mal } 5000000 = 8640000000, \quad \text{folglich} \quad \delta = \frac{l^3 W}{a d^3 \xi} = \frac{6912}{8640} = 0{,}834 \text{ Zoll} = 10 \text{ Linien.}$$

Der Versuch gab 9 Linien, und nach 5 Stunden 12 Linien, so dafs die Berechnung die mittlere Biegung angiebt.

8tes Beispiel. Wieviel Linien wird sich ein Balken wie No. 43. biegen, wenn er in der Mitte mit 6000 Pfd. belastet ist?

$$l^3 = 144^3 = 2985984, \quad W = 6000 \text{ Pfd.}; \quad \text{also} \quad l^3 W = 17915904000;$$
$$a d^3 \xi = 6 \times 729 \times 5000000 = 21870000000, \quad \text{folglich} \quad \delta = \frac{l^3 W}{a d^3 \xi} = \frac{17915904}{21870000} = 0{,}819 \text{ Z.} = 10 \text{ L. beinahe.}$$

Der Versuch gab 9 Linien, und würde gewifs 10 Linien gegeben haben, wenn das Gewicht längere Zeit darauf gelastet hätte.

Weil sich bei gleichen Stücken und Gewichten, nach obiger Formel, die Biegungen wie die Cuben der Längen verhalten müssen, so kann man aus der Biegung des 15 Fufs langen Balkens, die Biegung des 12füfsigen und 9füfsigen berechnen, wenn dasselbe Gewicht darauf lastet. Z. B. der 15füfsige Balken biegt sich, wenn er flach liegt, unter 2400 Pfd. etwa 40 Linien No. 24., wie stark wird er sich auf 12 Fufs und 9 Fufs Länge biegen, wenn er dieselbe Last erhält.

$15^3 : 12^3 : 9^3 = 40 : 20\frac{1}{2} : 8\frac{2}{3}$. Die Versuche ergeben hier $46 : 20 : 8\frac{1}{2}$. Oder: die Theorie ist richtig.

(Der Schlufs im nächsten Hefte.)

13.

Ausführliche technische Nachricht von der Drahtbrücke zu Freyburg in der Schweiz.

(Nach den Mittheilungen des Erbauers derselben in den *Annales des ponts et chaussées.*)

Das gegenwärtige Journal hat in das erste Heft seines neunten Bandes eine ihm von einem Ungenannten mitgetheilte kurze Beschreibung dieser Brücke aufgenommen. Da diese Beschreibung indessen zu wenig ausführlich ist, als dafs sie, zumal nicht von Zeichnungen begleitet, dem Techniker genügen könnte, das Bauwerk aber, schon seiner Gröfse und Aufserordentlichkeit wegen, in der That ungemein interessant ist, auch Einiges darüber technisch zu bemerken sein dürfte: so glaubt der Herausgeber dieses Journals, es werde dem Interesse der Leser desselben angemessen sein, dafs er die von dem Erbauer der Brücke selbst, dem französischen Ingenieur Herrn *Challey*, im Jahrgange 1835 der *Annales des ponts et chaussées* gegebene ausführliche und genaue technische Beschreibung derselben und ihres Baues hier vollständig mittheilt. Maafs, Gewicht und Geld sind dabei auf Preufsische reducirt worden. Er wird sich erlauben, der Beschreibung einige Bemerkungen beizufügen.

I. Einleitung zu dem Projecte, und allgemeine Beschreibung der Brücke.

1. *Zweck der Brücke.* Die Stadt Freyburg in der Schweiz liegt grofsentheils auf steilen, fast senkrechten Felsen, an 480 F. hoch über dem Sarine-Flufs. Die Stadt wird von den gegenüberliegenden Bergen durch ein Thal getrennt, welches an seiner schmalsten Stelle etwa 950 F. breit ist. Sie hat mit dem gegenüberliegenden Ufer, also mit Bern und der deutschen Schweiz, keine andere Verbindung als durch eine schwierige, lange und gefährliche Strafse, welche mit vielen Krümmungen in das Thal hinabsteigt. Diese Strafse hat an manchen Stellen mehr als 1 auf

$6\frac{2}{3}$ Gefälle, ist gepflastert, zu jeder Jahreszeit sehr beschwerlich, und im Winter gar nicht zu passiren. Unten angelangt, und nachdem man, auf schmalen Brücken, dreimal die Sarine passirt ist, befindet man sich am Fufse der Berge des andern Ufers, welche fast eben so schwierig zu ersteigen sind, als der Felsen, auf welchem die obere Stadt Freyburg liegt. Ist man glücklich und ohne Unfall auf das andere Ufer wieder hinaufgekommen, wozu in allem wenigstens eine Stunde Zeit gehört, so befindet man sich an einem Orte, der vom Ausgangspunct, in gerader Linie, nur 80 bis 100 Ruthen entfernt ist.

Diese Schwierigkeit der für die Stadt Freyburg so wichtigen Verbindung derselben mit dem gegenüberliegenden Lande hatte schon seit mehreren Jahren die Aufmerksamkeit einiger einsichtigen und patriotischen Männer erregt, und es hatten dieselben auf Mittel gesonnen, die Communication zu erleichtern.

Mehrere Projecte zu festen Brücken von Holz, und selbst von Steinen, zur Verbindung der beiden Berge, waren gemacht, aber immer, als aufser Verhältnifs zu den Kräften des Landes, wieder bei Seite gelegt worden. Die Lösung der Aufgabe war dem Systeme der Hängebrücken, welches sich schon durch einige gelungene Anwendungen in Frankreich und England empfohlen hatte, vorbehalten geblieben.

2. *Unterhandlungen.* Es war im Februar 1830, als ich mich, auf die Aufforderung der Freyburger, an Ort und Stelle begab. Ich setzte mich mit dem Comité der Actionnairs in Verbindung, welche sich, als Unterzeichner der Baukosten, zum Nutzen ihres Landes, und unter Mitwirkung der Stadt- und Cantonsbehörden, zur Ausführung des Projects vereinigt gehabt hatten. Der Subscribenten waren 270 gewesen, und darunter Einwohner aus allen Classen; auch mehrere Municipalitäten und Corporationen; so wie auch einige geistliche Behörden.

Das Comité machte mich, ohne Rückhalt, mit Allem bekannt, was bis dahin vorgeschlagen und geschehen war. Es theilte mir alle Ausarbeitungen und Plane derjenigen Ingenieure mit, welche bis dahin über den Gegenstand gearbeitet gehabt hatten, und versah mich mit allen nöthigen Angaben, um demnach meinerseits einen Entwurf machen zu können.

Es wurde eine vorläufige Übereinkunft geschlossen, und im Mai 1830 legte ich der Commission zwei Plane zu Hängebrücken vor: die eine mit einem Mittelpfeiler, die andere mit einer einzigen Spannung.

Im Juni nahm die Regierung die Grundzüge der vorläufigen Übereinkunft an, und am 10. Juli 1830 wurde mit mir ein Vertrag geschlossen, welchem zufolge die Actionnairs sich verpflichteten:

Erstlich, den Raum zu der Brücke selbst und zu den Arbeitsplätzen mir zu liefern;

Zweitens, mir 80 000 Rthlr. (300 000 franz. Fr.) allmälig, so wie die Arbeit vorrücken würde, zu zahlen, und

Drittens, den Brückenzoll, nach einem von der Regierung festzusetzenden Tarif, auf 40 Jahre mir zu überlassen.

Meinerseits hatte ich

Erstlich, die Brücke auf meine Kosten und Gefahr nach dem vorgelegten Plane zu erbauen und dabei die Wahl zwischen einer Brücke mit einem Mittelpfeiler und derjenigen mit einer einzigen Spannung.

Zweitens hatte ich, wenn mehr als 80 000 Rthlr. Kosten nöthig sein sollten, den Überschufs aus meinen Mitteln zu tragen.

Kaum hatte aber hierauf die Anschaffung der Baumaterialien begonnen, und kaum war Hand an das Werk gelegt worden, als die politischen Ereignisse von 1830 gegen meinen und den Willen der Actionnairs die Ausführung unterbrachen. Erst im Frühling 1832 konnte der Bau wirklich angefangen werden, und am 30. Mai 1832 wurde der Grundstein zu dem ersten Porticus, demjenigen an der Stadtseite, gelegt.

3. Allgemeine Beschreibung der Brücke. Die Brücke (Taf. XVII. Fig. 1.) steht an der schmalsten Stelle des Thales. Sie geht von der Stelle der alten Schlachthäuser aus und reicht nach dem gegenüberliegenden Berge hin. Dieser Berg steigt noch 255 F. weiter über die Brückenbahn empor.

Eine von der Cantons-Regierung erbaute Verbindungs-Chaussée führt, mit einer Krümmung von 80 F. Halbmesser, von der Brücke, etwa 530 Ruthen lang, und mit einem Gefälle von 1 auf 25, auf den Gipfel des Berges und nach der Berner Strafse hin. Diese Verbindungs-Chaussée ist in den Berg, welcher aus Conglomerat und grobem Kiese besteht, eingeschnitten. Die ersten 26 Ruthen Strafse haben über 11 000 Sch. R. Terrain-Arbeit erfordert, und noch sind die an 80 F. hohen Böschungen viel zu steil, und erfordern noch Abflächungen.

Auf der Seite der Stadt werden die Zugänge zur Brücke durch meist sehr alte Häuser verengt, die, aufser dafs sie häfslich aussehen, den Weg

in wiederholte enge und kurze Krümmen zwängen. Den Bemühungen des Comités der Actionnairs wird es indessen hoffentlich noch gelingen, zunächst die der Brücke am nächsten stehenden Häuser wegzuräumen und so allmälig der Brücke einen geräumigeren Zugang zu verschaffen.

Da die Felsen, auf welchen die Widerlagen der Brücke sich befinden, zum Theil fast senkrecht, und an den entblöfsten Stellen verwittert sind, so habe ich es für rathsam gehalten, mit den Portiken, welche die Hängeseile der Brücke tragen, von den Rändern des Thales 32 F. zurück zu bleiben. Dieser Anordnung wegen habe ich vor jedem Porticus, für den Zugang zu der Brückenbahn, eine Terrasse, in Form eines Halbmondes gebaut (Fig. 2.), von welcher man bis in's Thal hinabsehen kann. Die Gegend, von der Ansicht der Brücke begrenzt, gewährt hier eine durch die Mannichfaltigkeit und Schönheit der Landschaft ungemein interessante Aussicht.

Die Hängebrücke ist mit Drahtseilen und mit einer einzigen Spannung erbaut. Das letzte geschah gegen die Meinung bedeutender Männer, und fast gegen den Wunsch der Freyburger und der Actionnairs. Meine Gründe für die einzelne Spannung waren folgende. Vor Allem hatte ich die Bauzeit, und dann die Kosten eines 186 F. hohen Pfeilers zu berücksichtigen, zu welchem das Material hätte von weit hergeholt werden müssen. Ich bin noch jetzt mehr als jemals überzeugt, dafs der Bau des Pfeilers und der Brücke mit zwei Öffnungen unendliche Schwierigkeiten gehabt haben würde, während dagegen die eine Spannung sehr einfach und die Aufführung des Mauerwerks und das Aufrichten der Brücke leicht war. Aufserdem wird Jedermann gestehen, dafs das grandiose Aussehen einer einzelnen Spannung, von so grofser Weite, unvergleichlich ist.

Zwei Portiken, von dorischer Ordnung, Fig. 3., 4., 5., 6., 7. und 8., von 63 F. 9 Z. hoch, und zwischen ihren Sockeln 846 F. 9 Z. von einander entfernt, eröffnen die Zugänge zu der Brücke, und unterstützen die Hängeseile.

Dieser Hängeseile sind an jeder Seite der Brückenbahn zwei. Sie bilden über das Thal hin einen Bogen von 61 F. 5 Z. Tiefe nach unten, und 855 F. Sehne, legen sich auf die Portiken auf, und gehen dann, hinter denselben, in schiefer Richtung nach dem Boden zu. Sie versenken sich in denselben zunächst in der gleichen schiefen Richtung, die sie von der Höhe des Porticus an haben, bis auf den Felsen. Dort biegen sie

sich von Neuem und gehen in den Felsen, in Brunnen 44 F. 7. Z. tief hinab. Dort werden sie, wie es Taf. XVII. Fig. 1. und 2. und Taf. XVIII. Fig. 1., 2., und 3. vorstellen, durch Mauerwerk, und in der Tiefe der Brunnen noch durch eiserne Anker festgehalten.

Die oberen Öffnungen der senkrechten Brunnen liegen, in der Hauptlinie der Brückenbahn, 169 F. hinter den Portiken, und die Entfernung der Brunnen zu beiden Seiten der Brücke von einander beträgt 1221 F.

Man glaubte Anfangs, daſs der Berg, der Stadt gegenüber, Sandstein sei, nur einige Fuſs hoch mit Kies und Damm-Erde bedeckt. Die Untersuchung des Hügels hat aber ergeben, daſs der Felsen mit einer ungeheuren Masse von Kies und Schutt hoch bedeckt ist, und daſs seine Oberfläche fast horizontal und in der nemlichen Höhe liegt, wie die Felsenbank, auf welcher die Stadt erbauet ist. Deshalb ist die Befestigung der Tragseile auf beiden Seiten ganz auf gleiche Weise angeordnet worden.

An beiden Seiten der Brücke muſs man unter die Spannseile hindurch gehen, um zu den Portiken zu gelangen. Nachdem man hierauf die beiden oben gedachten Halbmonde passirt ist, welche 29 bis 32 F. breit sind, gelangt man auf die Brückenbahn. Die Mauern der Terrassen dienen zugleich zu Stützpuncten der eigentlichen Brückenbahn, und die Entfernung derselben von einander, quer über das Thal, oder die Länge der eigentlichen, frei hängenden Brückenbahn beträgt 784 F. 8 Z.

II. Bauplätze und Mauerwerk.

4. *Bauplätze und Werkstätten.* Dieselben wurden in dem Thal, an der Straſse von Freyburg nach Bern, auf dem rechten Ufer der Sarine, fast ganz in der Mittellinie der Brücke etablirt.

Eine alte Baumwollen-Färberei lieferte hinreichende Locale zu dem Unterkommen der Arbeiter und zur Unterbringung von Öl, Theer, Eisen, Draht etc., so wie zu den Schmieden und anderen Werkstätten. Auch fand ich darin ganz fertige Essen, so wie groſse luftige Böden, welche zum Aufspannen der gefirniſsten Drähte und zur Verfertigung der Trag- und Spannseile gebraucht werden konnten. Eine Wiese, und ein Spaziergang dicht bei diesem Etablissement, 640 F. lang, fast horizontal, gewährte mir auſserdem Raum zur Zulage der Brückenbahn und zur Bereitung der Fäden, aus welchen die Tragseile zusammengesetzt werden sollten. Eine Laufbrücke

von Eisendraht (Taf. XVII. Fig. 1.) diente, um von der Baustelle nach der Höhe des Ufers an der entgegengesetzten Seite des Flusses zu gelangen.

Die Baustelle zur Ablage und Bearbeitung der Werksteine zum Mauerwerk auf dem rechten Ufer [die Stadt Freyburg liegt auf dem linken Ufer der Sarine] konnte noch an der Strafse, am Fufse einer hölzernen Rampe, angelegt werden, auf welcher man diese Materialien in die Höhe schaffte.

Da das linke Ufer keinen Raum weiter zu einer Baustelle als den Raum eines Theils der alten Schlachthäuser und den eines Theils der anstofsenden Strafsen gewährte, so habe ich von dieser Seite die Mauermaterialien, nur so wie sie allmälig bereitet und gebraucht wurden, genommen.

5. *Materialien.* Mit sehr wenigen Ausnahmen sind alle Materialien und alle Arbeiter von der Schweiz geliefert worden.

A. Kalk. Aller Kalk des Landes ist mehr oder weniger fett. Die verschiedenen Versuche der Bereitung von Mörtel und Béton ergaben, dafs der Kalk nur in sehr geringem Grade wasserfest ist. Inzwischen gab der magerste Kalk von Plafayon einen Mörtel, der nach einigen Monaten, selbst an den feuchten Stellen unter dem Boden, ziemlich hart wurde.

B. Sand. Der auf dem linken Ufer verbrauchte Sand ist aus dem Flufsbette der Sarine genommen: auf dem rechten Ufer aus Gruben im Berge, die entweder zu den Portiken selbst, oder zu der Chaussée gemacht worden waren. Der Sand enthält, rein gewaschen, viele Kalktheile und etwas Kiesel.

C. Kalksteine. Aller bei dem Bau der Brücke verbrauchte Kalkstein ist aus dem Jura, und zwar aus den Brüchen von Neuchatel, Neuville und Lenguau, 6 bis 8 Meilen von Freyburg entfernt, genommen. Die Steine sind aus den Brüchen, zu Wagen, bis an die nahen Ufer des Neuchateller oder Bienner Sees gefahren, und von da weiter, auf diesem See und den Morat-See zu Wasser, bis an's Thor von Morat, $1\frac{3}{4}$ Meilen von Freyburg entfernt, transportirt worden. Von da hat man nach Freyburg die eine Hälfte nahe bis zum linken Ufer, die andere, für das rechte Ufer, bis an die Baustelle am Fufse der obenerwähnten Rampe gebracht. Der Wassertransport bis Morat ist oft durch den niedrigen Wasserstand des Broie-Flusses, der die Seen von Neuchatel und Morat verbindet, unterbrochen worden, und über diese Unterbrechungen sind 3 Monate der guten Jahreszeit von 1832 verloren gegangen.

D. Sandstein. Die Berge, welche das Mauerwerk der Brücke tragen, bestehen ganz aus Sandstein. Um aber eine bessere und gleichförmigere Steinart zu erhalten, habe ich den nöthigen Sandstein, aus welchem zwei Drittheile des Mauerwerks gemacht worden sind, aus den, westlich von der Stadt, 300 Ruthen entfernten Brüchen genommen. Aus diesen Brüchen die Steine in beliebig großen Stücken zu erhalten, hatte weiter keine Schwierigkeiten als die des Transports und der Kosten. Der Stein, unmittelbar aus den Brüchen kommend, ist feucht und weich, und läßt sich leicht bearbeiten. Einige Monate an der Luft, nimmt er eine grau-bläuliche Farbe an, und wird recht fest und hart.

E. Tuf. Der zu dem Mauerwerke verbrauchte Tuf ist aus den Brüchen von Carpoteau, 1 Meile südwestlich von Freyburg, am Ufer der Sarine, genommen. Man findet ihn dort in großer Auswahl, nach Größe der Stücken und Eigenschaft. Dieser wenig gleichförmige Tuf besteht aus sehr harten Stalactiten, deren Zwischenräume leer, oder mit einer im Bruche fast teigweichen Kalkmasse ausgefüllt sind, die aber an der Luft schnell erhärtet und in der Mauer, selbst unter der Erde, ungemein fest wird.

F. Granit. Man findet ihn im Lande, in mehr oder weniger großen Geschieben. Seine Beschaffenheit ist sehr verschieden.

6. Prüfung der Festigkeit der Steine. Es sind vor dem Anfange des Baues Steinproben dem Zerdrücken mit einer hydraulischen Presse ausgesetzt worden.

Der Jurakalk hielt, ohne alle Veränderung, 8800 Pfd. Druck auf den Quadratzoll aus. Der Cubikfuß dieses Kalks wiegt 198 Pfd.

Zehn verschiedene Sandsteinproben aus den Freyburger Brüchen, von verschiedener Art, in Würfeln von 23 bis 46 Linien lang, breit und hoch, haben, ehe sie zerdrückt wurden, im Durchschnitt 1433 Pfd. Druck ausgehalten. Der Cubik-Fuß dieses Gesteins wiegt, mittelmäßig trocken, 145 Pfd.

Der Druck des Mauerwerks der Portiken beträgt, an der Stelle, wo er am größten ist, nur 95 Pfd. auf den Quadratzoll.

Die Festigkeit des Tufs ist so verschieden, daß sich schwer eine Mittelzahl angeben lassen würde. Inzwischen glaube ich, daß sie ungefähr der des Sandsteins gleich ist. Der Cubikfuß Tuf wiegt im Durchschnitt 125 Pfd.

7. *Portiken.* Dieselben sind, nach Taf. XVII. Fig. 3., mit Pilastern verziert. Das Mauerwerk jedes Porticus ist 44 F. 7 Z. lang, 18 F. 8 Z. dick, und von der Grundlinie des Sockels bis zum Gipfel der Attiken 64 F. hoch. Der Durchgang quer durch den Porticus ist 18 F. 4 Z. breit und 41 F. 5 Z. vom Boden bis unter den Schlufsstein des Bogens hoch. Der Bogen ist ein Halbkreis. Die Fundamente (Fig. 4. und 6.) sind 16 F. unter dem Sockel tief. Sie stehen auf dem Felsen, und sind darin noch eingeschnitten.

Auf der Seite der Stadt hat man beim Aufgraben bis auf den Felsen, 11 F. tief, nur Kies, aufgeschüttete Erde und alte Fundamente gefunden. Der Felsen aber war weich und mürbe, und wurde also noch 5 F. tief ausgehölt. In dieser Tiefe war er hart und gleichförmig, und wurde dort, für das Fundament, genau horizontal geebnet.

Da ich auf dem rechten Ufer mit den Fundamenten 28½ bis 32 F. von dem Rande des Felsens zurückzubleiben wünschte, und Böschungen und ein Weg von 6½ F. um den Porticus bleiben mufsten: so war deshalb ein bedeutender Einschnitt in den Berg nöthig, nämlich von 64 F. lang, breit und hoch, also von nahe an 1800 Sch. R. Inhalt. Der Einschnitt gab lauter Kies, der, in einer hölzernen Rinne, in das Thal hinab und von da durch Schubkarren in die Sarine geschafft wurde.

Vom Felsen an bis über den Sockel ist das Mauerwerk der Portiken, 25½ F. hoch, mit behauenem Jurakalkstein bekleidet worden (Fig. 6. und 7.). Die Werkstücke sind im allgemeinen 2 F. 6½ Z. bis 3 F. 2. Z. lang und 1 F. 11 Z. hoch. Ein Stein enthält 19½ bis 26 Cub. F. Jeder Stein ist auf sein Bruchlager gelegt. Alle Steine in einer Schicht sind durch starke eiserne Klammern mit einander verbunden worden. Es sind auf diese Weise alle Schichten, ohne Ausnahme, verklammert worden.

Der Kern jeder Schicht ist mit ausgesuchten Sandsteinblöcken ausgemauert. Diese Blöcke haben die nämliche Dicke wie die Jurakalksteine und sind auf allen Seiten genau, nach vorherigem Maafse für jede Schicht, zugehauen, so dafs gar keine Lücken bleiben. Die Sandsteinblöcke haben im Durchschnitte 13 bis 16 Cubikfufs Inhalt.

Über dem Sockel besteht das Mauerwerk ganz aus Sandsteinquadern, von gleichem Maafse, ohne Füllmauerwerk. Die Quadern nach aufsen sind in jeder Schicht, gleich den Jurakalksteinen, mit einander durch eiserne Klammern verbunden.

Damit das Mauerwerk eines Porticus möglichst nur eine Masse bilde, hat aufserdem jede Schicht noch starke, horizontal liegende Anker von rundem, 1 Z. 11 L. im Durchmesser haltenden Eisen bekommen (Taf. XVII. Fig. 6. und 7. und Taf. XVIII. Fig. 13.). Diese Anker sind, ihrer Länge nach, aus zwei oder mehreren Stangen zusammengesetzt. Sie sind, ohne alles Schweifsen, vermittelst Verzahnungen verbunden, um welche starke Bänder gelegt sind, und der Länge nach durch Schlüssel oder Keile, zwischen die Verzahnungen zweier zusammenstofsenden Stangen getrieben, gestreckt. An jedem Ende haben die Anker einen starken Knopf, welcher sich hinter ein gufseisernes Kreuz stemmt, dessen Arme 11½ Z. lang sind. Die Mitte des Kreuzes hat ein Loch zum Durchgange des Ankers. Das Kreuz ist, seiner ganzen Dicke nach, in die Mauerbekleidung eingelassen und scharf an die Steinbekleidung angezogen. So wie eine Schicht fertig war, hölte man in der Oberfläche derselben parallele Rinnen für die Anker, von hinreichender Tiefe, und in der Bekleidung eine Vertiefung von 4 Zoll für die Ankerkreuze aus. In diese Rinnen wurden die Anker gelegt, und angezogen. Auf die nächste Schicht wurde auf gleiche Weise eine Reihe Anker gelegt, aber rechtwinklig gegen die vorigen.

Die Verankerung wurde nach oben noch verstärkt, und die oberen Schichten haben bis 8 Anker erhalten. So sind zu den beiden Portiken an 485 Ctr. Eisen nöthig gewesen. [Wenn nur das Eisen in dem Mauerwerk auf die Dauer haltbar sein wird. D. H.]

Die oberste Schicht der Pfeiler, welche unmittelbar die Reibungsrollen für die Drahtseile zu tragen hat, besteht aus drei vollen Blöcken von Jurakalkstein, Taf. XVIII. Fig. 8., jeder 3 F. 10 Z breit, 2 F. 8½ Z. hoch und 3 F. 10 Z. bis 6 F. 4 Z. lang.

Bis zum Boden sind die Bekleidungen des Mauerwerks rauh; aber die Stofs- und Lagerfugen sind mit dem Meifsel bearbeitet. Alle Steine sind auf eine Mörtelschicht gelegt, ohne Zwicken, und einer nach dem andern ist mit einem hölzernen Klotze fest gerammt. Nachdem eine Schicht gelegt war, gofs man in die dünnen Stofsfugen Kalkmilch, oder kurz zuvor bearbeiteten, flüssigen Mörtel. Hierauf richtete und wägte man genau die Oberfläche der Schicht ab, und nachdem die Klammern für die äufsere Bekleidung, und die Zuganker eingelegt waren, ging man zum Mauern der folgenden Schicht mit gleicher Sorgfalt über, und mit Beobachtung eines Verbandes von wenigstens 11½ Z. über alle Fugen.

Die Bekleidung der Sockel mit Kalksteinen ist sauber gemeifselt worden. Es ist zu bedauern, dafs die Steine nicht, erst blofs aus dem Groben bearbeitet, nach Freyburg gekommen sind. Beim 6- oder 8maligen Umladen vom Bruche, wo man sie bearbeitet hatte, bis zum Vermauern, haben die Kanten und Flächen sehr gelitten, und es war kaum möglich, durch Nacharbeiten die Mängel wieder zu verbessern.

Die Sandsteinblöcke aus den Freyburger Brüchen sind auf der Baustelle selbst bearbeitet worden, und die, welche Ornamente geben sollten, erst vollends, nachdem sie vermauert waren.

Bei dem Mauern der Portiken hat man sich für jeden eines Krahnes bedient, der die in seinen Bereich gebrachten Steine erfafste und sie unmittelbar auf ihr durch die Mörtelschicht vorbereitetes Lager brachte. An den Stellen, mitten über den Schwiebbogen, liefs man eine Öffnung, um die Materialien hindurch zu schaffen. Die Materialien wurden ebenfalls durch den Krahn transportirt, mit Ausnahme jedoch der Kalksteinblöcke, welche die Reibungsrollen tragen, und welche der Krahn nicht würde zu heben vermocht haben. Diese Blöcke, etwa 116 Ctr. schwer, wurden, bei dem einen Porticus vermittelst drei Paar Kloben gehoben, die an starke, quer über drei Steinschichten auf die Mauerbekleidung gelegte fichtene Balken befestigt waren. Die Schichten lagen so hoch, dafs die Steinblöcke, nachdem man, in dem Augenblicke, wo sie auf ihre gröfsten Höhe angelangt waren, zwei andere starke fichtene Balken untergeschoben hatte, auf diesen nach ihrer Lagerstelle gerollt werden konnten. Bei dem andern Porticus sind die Steinblöcke vermittelst der nemlichen Winden hinaufgeschafft worden, welche zum Aufziehen der Drahtseile dienten.

8. *Die Halbmond-Terrassen.* Jede dieser, wie gesagt, zwischen den Portiken und dem Anfange der Brückenbahn befindlichen Terrassen ist mit einer etwa 16 F. hohen Mauer von Tufsteinen eingefafst, welche den senkrechten Felsen gegen die Verwitterung schützt. Der an dem Anfange der Brückenbahn anliegende, 28 F. 8 Z. lange Theil der Einfassungsmauer ist geradlinig. Die übrigen Flügelmauern bilden ein Kreisstück von 51 F. Halbmesser, und endigen sich, aufserhalb der Brücken-Zollhäuser, in der vorderen Flucht der Portikenmauern.

Diese, an der Brückenbahn mit 1 auf 10 geböschten und mit grofsen Tufblöcken bekleideten Futtermauern sind noch durch eiserne Anker mit der Bekleidung der Fundamente der Portiken verbunden.

9. Schräge Gruben für die Drahtseile. Taf. XVII. Fig. 1. und Taf. XVIII. Fig. 1. und 3. An der Stadtseite blieben kaum 80 F. Raum zwischen dem Brückenthor und der Strafse, welche, unter einem rechten Winkel, nach der Brücke führt. Man mufste also den Eingang in die Ankergruben für die Drahtseile entweder diesseit oder jenseit der Strafse legen. Im ersten Falle wäre man zwischen die Drahtseile gerathen, und hätte, um in die Strafse zu gelangen, bis über die Stelle hinaus, wo die Seile in den Boden dringen, wenden müssen. Im zweiten Falle mufsten die Seile über die Strafse hinweggehen: so hoch, dafs man unter ihnen hindurch fahren konnte.

Da die Erwerbung der Häuser am Zugange der Brücke zu schwierig war, so mufste ich das zweite Mittel wählen und den Eingang der Seile in den Boden 169 F. vom Brückenthor entfernen. Die Drahtseile sind zwar deshalb länger geworden; aber der Zug auf das Brückenthor ist auch vermindert worden, und das Thor hat nun weniger Masse nöthig gehabt.

Von dem Eintrittspuncte der Seile in den Boden bis auf den Felsen mufsten für die Seile Gänge, von 6 F. 4½ Z. breit und hoch, und an der Stadtseite 45 F., an dem andern Ufer doppelt so lang, gebaut werden. Diese Gänge sind mit Tuf überwölbt worden, und die Widerlagen sind sehr stark.

An der Stadt fand sich beim Aufgraben, dafs der Felsen 16 F. tief lag. Es kam darauf an, zwei Gänge, in der schrägen Richtung der Seile, unter die Fundamente der Häuser hindurch, die man weder abtragen noch beschädigen durfte, zu bauen. Man mufste also die Gruben, so wie man mit dem Ausgraben fortschritt, stützen: und das um so sorgfältiger, da die meisten, sehr alten Häuser fast gar kein Fundament hatten, sondern sich nur eines gegen das andere lehnten.

Aufserdem begegnet der rechtseitige Gang, sehr schräg, einem Ausflufs-Canale der Rinnen aus dem anliegenden Stadttheile. Und obgleich man nicht versäumte, den Ausgufs-Canal durch Röhren oder Rinnen von Bohlen zu verdoppeln, so war es doch nicht möglich, das Durchdringen des Wassers, welches in diesem Canale seit lange schon die Fundamente der angrenzenden Häuser unterspült hatte, ganz zu verhindern. Durch die blofs gestützten und oft mit Unreinigkeiten überschwemmten Gänge mufste man auch das Material, welches aus den Brunnen der Drahtseile kam, transportiren.

Auf dem andern Ufer wartete ich mit dem Aushölen der Gänge, bis, der Anschlufs-Chaussée wegen, der gröfste Theil des Terrains zwischen dem Brückenthor und den Ankerstellen der Drahtseile weggeräumt war. Der linkseitige Gang, welcher wegen der Wendung der Strafse kürzer ist als der andere, liefs sich ohne viele Schwierigkeit, von innen nach aufsen hinaus, graben. Ich liefs den rechtseitigen Gang an beiden Enden zugleich anfangen, vermittelst eines Hülfsganges, von welchem bei den Ankerbrunnen die Rede sein wird. Aber, so wie man kaum 22 bis 25 F. von innen und 6 F. von aufsen vorgerückt war, stiefs man von beiden Seiten auf eine Lage Gerölles, welches so hart war, dafs 6 Arbeiter, obgleich, um Aufenthalt zu vermeiden, Morgens und Abends abgelöset, zuweilen kaum 6 Zoll tief in 24 Stunden eindringen konnten. Die Aushölung mufste fast ganz ausgehauen und mit Schiefspulver gesprengt werden. Das Pulver hatte in einem so engen Raume, und auf eine so poröse, obwohl ungemein harte Masse, nur geringe Wirkung. Diese Arbeit, welche ich in einer Woche zu vollenden gedachte, erforderte mehr als 3 Monate, und war noch kaum beendigt, als die Drahtseile gelegt werden sollten. Um dieses unvorhergesehenen Hindernisses wegen hätte die Eröffnung der Brücke beinahe auf das folgende Jahr hinaus verschoben werden müssen.

10. Ankerbrunnen in dem Felsen. Taf. XVIII. Fig. 1., 2. und 3. Die schrägen Gänge für die Drahtseile endigen an der oberen Öffnung dieser Brunnen, welche ganz in dem Felsen ausgehölt sind. Jeder Brunnen ist 3 F. 2 Z. lang, 9 F. 7. Z. breit und 51 F. tief.

In jedem Brunnen hölte man, unter einander, in dem Felsen noch drei Räume aus, welche bestimmt waren, Mauerwerk von Werkstücken, in der Form umgekehrter Gewölbe, oder Schwalbenschwänze, aufzunehmen. Diese drei Hölungen beginnen, die oberste 8,6 F., die zweite 19,8 F. und die dritte 32,8 F. unter dem oberen Theile der Brunnen. Jede Hölung ist, wo sie am weitesten, 9,6 F. breit. Die Höhe der Schwalbenschwänze beträgt für die beiden oberen Hölungen 4,4 F. und für die unteren 10,2 F. Man hat alle scharfen Winkel vermieden und die äufsere Linie der Hölungen mit Kreisbogen geschlossen. Unter jedem Schwalbenschwanze befindet sich ein prismatischer Ankerstein. Endlich ist unter dem Ankersteine des untersten Schwalbenschwanzes ein 5,7 F. tiefer Raum gelassen, um die Anker anzubringen.

Da die Brunnen nur 9,6 F. lang und 3,2 F. breit waren, so konnten darin nur zwei Arbeiter zugleich arbeiten. Der Felsen an der Stadtseite fand sich im allgemeinen sehr hart, ohne Spalten und Wasser-Seigerung. Zwei Steinhauer vermochten, mit guten Werkzeugen, und mit Hülfe zweier anderen Arbeiter, im Durchschnitt, in 10 Stunden täglicher Arbeit nur etwa 8 Cub.-F. Felsen herauszuschaffen. Die Leute konnten nur durch ungewöhnliche Bezahlung vermocht werden, in diesen Brunnen zu arbeiten. Denn die Luft war darin durch den beständig durchdringenden Schmutz aus den Cloaken sehr verderbt; und selbst mehreremale, als die zur Reinigung der Stadtstraſsen bestimmten Abzugscanäle ohne vorherige Anzeige geöffnet worden waren, haben die Arbeiter, um in den Brunnen nicht ersäuft zu werden, durch einen Hagel von Schutt und Schmutz hindurch, und mit Gefahr, erschlagen oder erstickt zu werden, auf Leitern sich retten müssen, welche zur Vorsicht an den Seiten der Brunnen angebracht waren. Sodann, endlich, muſsten die Brunnen gereinigt werden. Diese beschwerlichen Arbeiten haben zwei Sommer hindurch gewährt.

Man hölte erst die Brunnen selbst 51 F. tief aus; darauf wurden ferner die Hölungen seitwärts für das schwalbenschwanzförmige Mauerwerk ausgemeiſselt, was bei Lampenschein geschehen muſste, und groſse Genauigkeit erforderte, damit die zu den Schwalbenschwänzen bestimmten Werksteine genau hineinpaſsten.

11. Offene Schächte. Auf der Feldseite lieſs ich, um bis auf den Felsen, nach dem Eingange des Brunnens zu gelangen, nach der Richtung der Brückenbahn, in dem Kiese eine offene Schicht von 4 F. 9 Z. breit und 6 F. 4 Z. hoch ausgraben. Glücklicherweise traf man, auf die 159 F. Länge vom Porticus bis zum Eingange des Brunnens, mit den offenen Schächten (Taf. XVII. und Taf. XVIII. Fig. 1. und 2.) auf kein Gerölle. Auf den gröſseren Theile der Länge des Schachts war der Kies fest genug, um sich selbst zu tragen. Es wurden indessen an den loseren Stellen, über die Eingänge der Brunnen, Stützen gesetzt; auf diese wurde eine Decke von starken Bohlen gelegt, um die Arbeiter gegen den Einbruch des Kieses zu schützen.

So 159 F. tief in den Berg gedrungen, fing man an, die Ankerbrunnen in dem Felsen auszuarbeiten. Aber auf 25 bis 29 F. tief wurden die Minirer durch Wasser gehindert, welches durch Spalten des Felsens eindrang, und welches bald so überhand nahm, daſs es unmöglich war, es

auszuschöpfen. Man mufste die Arbeit unterbrechen, und den Brunnen, so weit er ausgehölt war, fast ganz mit Wasser sich füllen lassen.

12. *Wasser-Abzugs-Stollen.* Ich mufste also die Arbeiter abrufen und an jedem Ufer einen Stollen zum Abzuge des Quellwassers, seitwärts vom Boden der Brunnen nach dem Thale hin, machen lassen. Man sieht diese Abzugscanäle in Taf. XVII. Fig. 1. und Taf. XVIII. Fig. 1. und 2. Man arbeitete an denselben Tag und Nacht, ohne alle Unterbrechung. Es hatte darin nur ein einziger Arbeiter, der alle zwei Stunden abgelöset wurde, Raum. Die Canäle sind nur so grofs, dafs ein Mensch hindurch kommen kann. In 24 Stunden liefs sich kaum 19 Z. lang vordringen. Der Abzugs-Canal, ganz im Felsen ausgehölt, ist, nach der Richtung der Brückenbahn, an 319 F. lang. Bis zu den Brunnen gelangt, nimmt er im Grundrisse die Form eines T an, und geht so, rechts und links nach den Brunnen, wie man es Taf. XVIII. Fig. 2. sieht.

Als der Abzugs-Stollen fertig war, leitete man mittelst eines Bohrloches das Wasser aus dem Ankerbrunnen hinein, dessen Aushölung, wegen des Wasser, nicht weiter hatte fortgesetzt werden können. Das Bohren geschah durch allmälig auf einandergeschraubte, 6 F. 4 Z. lange Stangen. Die obere Stange hatte einen stählernen Kopf, der nach verschiedenen Seiten Einschnitte von 2 bis $2\frac{1}{4}$ Z. im Durchmesser hatte. In 6 Stunden bohrte man auf diese Weise, von unten nach oben, bis zu dem Boden des angefangenen Brunnens. Als das Bohrloch durchgedrungen war, stürzte sich plötzlich das Wasser mit solcher Heftigkeit hindurch, und die Luft wurde dadurch so zusammen geprefst, dafs wir einen Augenblick lang wie erstickt waren; und das in tiefer Finsternifs; denn alle Lampen waren erloschen. Da auch der Wasser-Abflufs noch durch Werkzeuge und einigen noch nicht weggeschafften Schutt unterbrochen war, so standen wir eine Zeit lang bis zum Knie im Wasser, und erst nach einigen Minuten war das Wasser abgeflossen und die Luft in dem Abzugscanale wieder frei und mit der äufseren Luft im Gleichgewichte. [Es war wahrscheinlich örtlicher Hindernisse wegen nicht möglich, statt von unten nach oben, von oben nach unten zu bohren. D. H.]

Da jetzt das Wasser durch die Abzugs-Canäle frei abfliefsen konnte, so fand sich kein Hindernifs weiter bei der Vollendung der Brunnen. Man machte eine Vertiefung für den Wasserflufs, damit er den Arbeitern nicht beschwerlich falle.

13. ***Anker-Mauerwerk von Werkstücken.*** Dasselbe ist aus dem besten Jurakalksteine gemacht worden. Unmittelbar unter jeden der untersten Schwalbenschwänze ist ein Werkstück von 7 F. lang, 4 F. 6 Z. breit und 2 F. 7 Z. hoch gelegt worden. Dieses Werkstück hat 4 Löcher, von $9\frac{1}{2}$ Z. lang und $5\frac{1}{2}$ Z. breit, welche senkrecht durch das gesammte Ankermauerwerk hindurch gehen und zur Aufnahme der Drahtseile dienen.

Auf den untersten Steinblock folgt der Grundstein des Schwalbenschwanzes. Dessen untere Seite ist eben und horizontal; die obere ist nach einem Kreisbogen, von 15 F. 8 Z. Halbmesser, ausgehölt, um das umgekehrte, 2 F. 3 Z. dicke Gewölbe aufzunehmen, dessen Gewölbsteine sich gegen den Felsen stemmen. Der Druck, welcher hieraus auf den Felsen entsteht, ist das Resultat des gesammten Zuges der Drahtseile.

Die oberen Seiten der Steine, welche die verschiedenen über einander gestellten umgekehrten Gewölbe bilden, sind mit den unteren Seiten der Steine, nemlich der Basis des Schwalbenschwanzes, concentrisch. Diese erste Reihe der Gewölbe füllt die untere Kammer der Brunnen, welche bis zu dem Halse der nächst oberen, mittleren Reihe reicht.

Diese mittlere Gewölbereihe, so wie auch die folgende, oberste, ist auf ähnliche Weise angeordnet wie die untere.

Die Ausführung dieses Ankermauerwerks war sehr schwierig. Die Steinblöcke wogen bis 136 Ctr. Sie wurden, nach der Mündung der Brunnen, auf ein Gerüst gebracht, und zwar, an der Stadtseite, durch die schrägen Schächte hindurch nach den Brunnen hin, auf der Feldseite durch den Abzugs-Stollen. Über die Mündung der Brunnen wurden starke fichtene Balken gelegt, theils auf die den Bruunen von drei Seiten umgebenden Mauern, theils auf andere Querbalken. Auf dieses Gerüst wurden zwei andere ähnliche Gerüste, 8 F. über der Brunnenmündung hoch, gesetzt. Jedes dieser beiden Gerüste trug 15 Z. hohe und nur 19 Z. frei liegende Balken, und diese trugen eine eiserne, $2\frac{1}{4}$ Z. dicke Stange, an welche zwei starke, mit Eisen beschlagene Kloben gehängt waren. Auf den Boden der schrägen Schächte waren zwei Winden gesetzt (Taf. XVIII. Fig. 3.), so weit von einander und von der Brunnenmündung entfernt, als zum Spiele der eisernen Hebel, durch welche sie bewegt wurden, nothwendig war. An diese Winden waren 12 Arbeiter angestellt, welche vermit-

telst starker, doppelt über die Rollen gehender Seile, die Steinblöcke in die Tiefe des Brunnens hinabliefsen.

Da die Steinblöcke fast eben so breit waren als der Brunnen, so war grofse Genauigkeit beim Herablassen der Steinblöcke nothwendig. Die Winde, obgleich stark, so doch nur aus dem Groben, für den bestimmten Zweck verfertigt, hatte eine starke Reibung, und dadurch konnte ihre Bewegung ermäfsigt werden. Ein auf dem Steinblocke selbst stehender Arbeiter half den Stein lenken. Unten angelangt, wurde der Stein gekantet und blofs durch 2 Arbeiter auf sein Lager gebracht. Die Arbeiter wurden dabei kräftig durch die Winden unterstützt, welche stets den Stein so lange hielten, bis er genau an seiner Stelle war. Es wurden nur sehr verständige Leute hierzu angestellt, und es wurde Jedem sein besonderes Geschäft angewiesen, welches er nicht vertauschen durfte. Dadurch vermied man allen Aufenthalt und Verwirrung, und dieser Vorsicht ist es, wenigstens grofsentheils, zuzuschreiben, dafs bei dieser schwierigen und selbst gefährlichen Arbeit gar kein Unfall vorkam.

Da der Brunnen, 9 F. 7 Z. in der Länge, im Felsen ausgehölt worden war, das Anker-Mauerwerk aber nur 6 F. 4. Z. davon füllen sollte, so blieb eine senkrechte Öffnung von 3 F. 3 Z. übrig, in welcher man sich bewegen konnte, und in welche man nun, auf die Höhe jeder Schicht, ein Gerüst legte. Auf diesem Gerüste brachte man immer den letzten Stein der Schichten des umgekehrten Gewölbes hinein. Der mittlere Stein, bei aufrechten Gewölben Schlufsstein genannt, wurde hier immer zuerst gesetzt. So wie eine Gewölbschicht vollständig war, legte man zwischen die äufsersten Gewölbsteine und den Felsen eiserne, fast genau passende Keile. Diese $4\frac{1}{2}$ Linien dicken Keile wurden zwischen zwei Tafeln geölter Leinwand eingetrieben, und zwar von beiden Seiten zugleich, und so lange, bis die Gewölbschicht in allen ihren Theilen gut schlofs. Die Maafse der letzten Gewölbsteine, die sich gegen den Felsen stemmen sollten, wurden zur Stelle und beim Setzen selbst genommen. Zwischen die Steine ist nur sehr wenig, ganz dünner Mörtel gebracht worden.

So also wurden die Brunnen, bis 6 F. 4 Z. hoch unter ihre Mündung, bis auf die vier Löcher von $9\frac{1}{2}$ Z. lang und $5\frac{1}{2}$ Z. breit zu den Drathseilen, und bis auf den 3 F. 2 Z. langen und breiten senkrechten Canal, durch welchen man bis zu dem Boden der Verankerung gelangt, ganz

mit Werkstücken ausgefüllt. Diese Werkstücke machen unter sich und mit dem Felsen gleichsam nur eine Masse aus.

Der ganze Zug des Drahtseils stemmt sich zunächst gegen den untersten Ankerstein. Er preſst so die verschiedenen Schichten der umgekehrten Gewölbe gegen die in den Felsen gehauenen Seitenflächen, und wenn auch die Steine auf irgend eine Weise nachgäben, so würden sie doch durch die folgenden, oberen Gewölbe gestützt werden, die mit einander, vermittelst des Mauerwerks von einem Schwalbenschwanz zum andern, eine ununterbrochene Masse bilden.

Diese Anordnung des Haltpunctes der Drahtseile, durch Vervielfältigung der Stützpuncte, auf eine Tiefe von $44\frac{1}{2}$ F. hinab, in einem festen und harten Felsen, wird gewiſs schon jeder Nicht-Techniker, und um so mehr jeder Techniker als völlig befriedigend erkennen.

14. Reibungsrollen an den Brunnen-Mündungen. An der Mündung der Brunnen ist der Felsen schräg abgearbeitet, um Granitblöcken von 7 F. 5 Z. lang, 3 F. 2 Z. breit und 2 F. $6\frac{1}{2}$ Z. hoch ein Auflager zu gewähren.

Die Seite dieser Blöcke nach dem Brunnen zu, Taf. XVIII. Fig. 2., 3., 4. und 5., trägt vier etwas gekrümmte guſseiserne Tafeln, auf welchen vier guſseiserne Cylinder oder Reibungsrollen, einer neben dem andern ruhen. Diese Cylinder haben $15\frac{1}{4}$ Z. im Durchmesser, sind $15\frac{1}{4}$ Z. lang, und $7\frac{3}{4}$ Z. von einander entfernt. Ihre Wände sind 1 Z. 2 L. dick, und werden innerhalb durch unten rechtwinklig gegen einanderstehende Scheidungen, die eine 9, die andere 18 Linien dick, unterstützt. Die stärkere dieser Wände liegt in der mitteln Richtung der auf den Unterstützungspunct wirkenden Züge. Diese Rollen geben der Beweglichkeit des Seilzuges nach, wenn das Seil sich verlängert, oder verkürzt. Sie vermindern also die Wirkung des Zuges der Seile auf die Stützpuncte, reguliren die Spannung, und tragen bei, dieselbe auf den untersten Punct der Ankerung hinzuleiten.

Die guſseisernen Tafeln sind in den Granit eingelassen, und ruhen auf bleiernen Tafeln. Die Neigung der Fläche des Granitblocks, welcher die Rollen trägt, ist auf die mittle Richtung der Zugkraft und des Widerstandes senkrecht. [Die Rollen scheinen bloſs auf den guſseisernen Tafeln zu ruhen. Sollte es nicht möglich sein, daſs sie, wenn etwa ein-

mal ein Drahtseil stark nachgiebt, hinunter rollen können? Die daraus erfolgende Bewegung der gesammten Masse könnte gefährlich werden. D. H.]

15. Reibungs-Rollen auf den Portiken. Taf. XVII. Fig. 6., 7. und 8. und Taf. XVIII. Fig. 8. Wir haben oben gesagt, dafs die obere Schicht jedes Porticus aus drei Blöcken von Jurakalkstein besteht. Auf diese Blöcke sind, senkrecht auf die Richtung der mittlen Kraft der Züge, gufseiserne, ein wenig gekrümmte Tafeln eingelassen, von $1\frac{1}{2}$ Z. dick, 15 Z. breit, und so lang, wie die Cylinder oder Reibungsrollen, welche sie tragen sollen.

Diese Rollen Taf. XVIII. Fig. 8. und 11., 12. an der Zahl auf jedem Porticus, sind von Gufseisen, 2 F. $6\frac{1}{2}$ Z. lang und 1 F. 11 Z. im Durchmesser. Sie sind hohl, und auf die Weise angeordnet, wie die Reibungsrollen an den Brunnen-Mündungen. Sie ruhen, wie diese, frei auf den gufseisernen Tafeln oder Unterlagen. Die mittlere, um $7\frac{2}{3}$ Z. höher als die beiden andern liegende Rollenreihe befindet sich 6 F. 8 Z. von der den Ankerbrunnen zugekehrten Seite des Porticus und 11 F. 2 Z. von der andern Seite desselben entfernt. Die beiden andern Rollenreihen sind, die eine 2 F. 3 Z. von der ersten und die andere 4 F. 5 Z. von der andern Seite entfernt.

16. Verschüttung der Wasserstollen, und späteres Mauerwerk in den schrägen Schächten. Seit einiger Zeit bemerkte man, dafs das Herabfallen der Erde in den schrägen, Schächten zunahm, so dafs man beständig aufräumen mufste, um einen Weg frei zu machen. Um dieses zu thun, und um innerhalb des schrägen, rechtseitigen Schachtes weiter mauern zu können, mufste täglich viel mit Pulver und Petarden gesprengt werden; was die Schächte noch mehr erschütterte. Reichliche, durch die Böschung der Chaussée geöffnete Quellen hatten ihre Richtung geändert, und drangen in die Kies-Masse, welche die Schächte bedeckte; was ebenfalls das Nachfallen der Erde beförderte. Man sahe endlich, dafs die Erdmasse zwischen den drei Schächten, den beiden schrägen und dem horizontalen, einzustürzen drohe, und dafs dann, weil eine 41 F. breite Lücke entstand, der schon erschütterte Kies sich nicht würde halten können, und also dann alle unter der Erde beinahe vollendeten Arbeiten verschütten würde. Wir eilten daher, den letzten Granitblock an seinen Ort zu bringen. Und da nun der horizontale Schacht nicht mehr nothwendig war, so gaben wir ihn auf, nachdem noch, dicht

bei jedem Brunnen, eine starke Mauer aufgeführt worden war, welche den Brunnen von dem bedrohten Schacht absonderte. Kaum waren diese Mauern vollendet, so durchbrach auch der Kies die Decke des Schachtes, zerbrach alle Stützen in demselben und verschüttete ihn.

In den schrägen Schächten waren zwar die Seiten gesichert, da man, um die Winden zum Herablassen der Steine in den Brunnen zu setzen, auf 13 bis 16 F. lang Futtermauern gebauet hatte: aber die auf diesen Mauern liegende Decke konnte ihre Last nicht tragen, und bog sich, und brach hie und da.

In diesem Zustande mufste, in einer Tiefe von 159 F., auf die vorhandenen Seitenmauern ein Gewölbe gesetzt werden; und dies gelang auch, mit entschlossenen Arbeitern und einem geschickten Werkmeister, vollkommen. Kaum war aber dieser Theil des Gewölbes geschlossen, als auch die hölzernen Stützen brachen und die ganze Kiesmasse sich hinunter senkte. In den anderen schrägen Schächten, auf dem rechten Ufer, sind späterhin Futter-Mauern und Gewölbe, mitten unter Absteifungen und Nachfallen der Erde, gebaut worden. Diese Arbeiten erforderten, Tag und Nacht hindurch, eine Woche Zeit.

Das Mauerwerk in den Schächten ist aus Tufstein, Sandstein und gespaltenen Geschieben gebaut. Zu dem Mörtel ist Kalk des Landes genommen. Unter den Gewölben sind die Gerüste, fast so wie sie vollendet waren, weggenommen worden. Der Einsturz der Erde hat an verschiedenen Stellen des Berg-Abhanges Vertiefungen, in der Gestalt von Spitzbogen, hervorgebracht, deren Wände wahrscheinlich die Festigkeit des Gerölles annehmen werden.

Der Wasser-Abzugscanal ist jetzt ganz verschüttet, und es sind nur noch die beiden Schächte offen, in welchen man bis zu den Brunnen und zu den Drahtseilen gelangen und dieselben untersuchen kann.

Auf der Stadtseite hat man in den Felsen einen Wasser-Abzugscanal ausgehölt, dessen Eingang, etwa 10 F. von dem Ankerbrunnen entfernt, auf den Stadt-Wasser-Abzug zutrifft, und der nach dem Thale des Sarine-Flusses hin ausmündet.

Auf dieser Seite sind die Futtermauern und Gewölbe der schrägen Schächte auf verschiedene alte Fundamente gestellt und zwischen Absteifungen gemauert, die man allmälig und vorsichtig durch Tuf-Mauern ersetzte. Die Schächte zum Schutze der Drahtseile verlängern sich hier bis gegen

die Aufsenseiten der Häuser, vor welchen sie 19 bis 22 F. über den Boden erhöht sind.

17. Brückenzoll- und Wachthäuser. Es blieben im Jahre 1835 noch vier kleine Pavillons, zur Erhebung des Brückenzolles und für die Wachtposten, zu erbauen übrig. Diese kleinen Gebäude werden, nur etwa 5 F. von den Portiken entfernt, aufgeführt, und nicht höher werden, als die Sockel der Portiken. An Umfang werden sie dem eines Porticus-Pfeilers gleich sein, das heifst 18 F. 8 Z. lang und 13 F. breit. Ihre Plinten, 15 Z. hoch, werden von Jura-Kalkstein, der Rest wird von gleichen Sandsteinen gebaut werden, wie sie zu den Portiken genommen sind. Das Dach wird mit 3 Z. dicken Tafeln von harten Steinen aus dem Berner Oberlande bedeckt werden. Diese kleinen Gebäude, mit Bogen, zwischen Pilastern und einer Krönung, werden von derselben architektonischen Ordnung sein, wie die Portiken.

III. Die Hängebrücke und ihre Bahn.

18. Geschmiedetes Eisen. Alles geschmiedete Eisen, welches einen bestimmten Widerstand zu leisten hat, ist aus den Schmieden des Herrn Finot, von Unterweiler im Canton Bern, genommen.

19. Gewalztes Eisen. Das Eisen zu den Ankern in den Mauern und zu den Bolzen in der Brückenbahn ist aus Walzwerken in England genommen. Ungeachtet des weiten Transports, über Meer und zu Lande, war der Preis dieses, an Güte dem gewalzten Eisen aus Frankreich wenigstens gleichen Eisens, noch um 20 Procent niedriger, als der des letztern, welches gleichwohl, in der Franche-Comté, nur etwa 16 Meilen von Freyburg entfernt, zu haben ist.

20. Eisendraht. Derselbe ist, von den verschiedenen gebrauchten Nummern, von den Herren Neuhaus und Panserot zu Bienne geliefert worden, deren Drahtzüge ihr Eisen von Unterweiler erhalten. Der laufende Fufs Draht No 18., welcher 1,41 Linien im Durchmesser hat, wiegt 1,22 Loth. Die Drahtstränge sind im Durchschnitt 446 bis 478 F. lang. Sehr zahlreiche, während der ganzen Zeit der Ablieferung wiederholte Versuche haben ergeben, dafs dieser Draht No. 18. einen Zug von 1302 Pfd. trägt, ehe er zerreifst. Da der Querschnitt des Drahtes von dem angegebenen

Durchmesser 1,566 Quadratlinien enthält, so trägt die Quadratlinie 829 Pfd. Die Drähte No. 14. und No. 4., zu den Bindungen, sind von der Fabrik ausgeglüht geliefert worden.

21. Holz. Das Holz zur Brückenbahn ist aus den im Canton Freyburg im Überflufs vorhandenen Fichtenwäldern genommen worden. Man hat die gesundesten und stärksten Hölzer ausgewählt. Alle Stämme sind vollkantig beschnitten worden, und viele derselben waren bis 64 F. lang. Das Beschneiden ist auf einer, durch eine benachbarte Wasserkraft in Bewegung gesetzten Schneidemühle geschehen.

22. Oel, Anstrich, Theer. Das Leinöl ist aus den Magazinen von Morat in Freyburg und aus den Fabriken in der Nähe von Bern gezogen worden.

Der Theer und der Zusatz zum Anstriche sind durch Baseler Kaufleute geliefert worden. Der Theer war aus Norwegen.

23. Schmieden. Zwei Schmieden und eine wohl montirte Werkstatt waren zu der Bearbeitung des zur Brücke bestimmten geschmiedeten Eisens eingerichtet. Es wurden darin auch alle Werkzeuge für die andern Werkstätten reparirt. Desgleichen wurden darin die Bolzen, Klammern und andere Eisenstücke für die Brückenbahn und die übrigen Theile des Werks geschmiedet und die Schrauben geschnitten.

24. Hänge- und Tragseile. Die vier Hängeseile, welche die Brückenbahn tragen, an jeder Seite zwei, bestehen jeder aus 1056 Dräthen; alle vier also zusammen aus 4224 Drähten. Der Durchmesser jedes Drahtes ist, wie oben bemerkt, 1,41 Linien. Die Seile sind fast cylindrisch, und haben 5 bis $5\frac{1}{3}$ Zoll im Durchmesser. Sie haben alle dieselbe Senkung und dieselbe Sehne. Die beiden Seile an der nemlichen Seite sind nur $1\frac{1}{2}$ Zoll von einander entfernt, nemlich um die Dicke der Sättel der senkrechten Hänge- oder Trage-Strähnen. Jedes Seil ist im Ganzen 1192 F. lang.

In allen Puncten, in welchen die Seile die senkrechten Hänge-Strähnen tragen, und je mitten zwischen zwei Hänge-Strähnen, sind die Hängeseile mit ausgeglühtem Draht No. 14., auf 6 Zoll lang, gebunden. Diese Bänder sind also nur 23 Zoll von einander entfernt. Sie halten das Geflecht der Hängeseile zusammen und in seiner cylindrischen Form. Auch da, wo die Brückenbahn zu Ende ist, und auf beiden Seiten der Portiken, sind die Hängeseile auf gleiche Weise gebunden.

Nach den Portiken hin lösen sich die Drahtseile allmälig auf, und verwandeln sich in platte Streifen von dünnen, parallelen Strähnen, welche sich dann auf die drei Reibungsrollen Taf. XVIII. Fig. 11. auflegen.

Nachdem sie sich über die drei beweglichen Rollen, welche sie ganz bedecken, hingebogen haben, vereinigen sich die Strähnen hinter dem Porticus wieder in zwei Seile, die beim Eintritte in die schrägen Schächte jedes in zwei Theile sich theilen. Jeder solcher Theil besteht aus 10 Strähnen.

Nahe am Boden verbinden sich die vier Zugseile mit den vier Ankerseilen, von welchen weiter unten die Rede sein wird. Die Verbindung mit den Ankerseilen geschieht, nach Taf. XVIII. Fig. 9. und 10., vermittelst drei Schlüssel von geschmiedetem Eisen, die zusammen eine Masse von $12\frac{1}{4}$ Z. hoch und 3 Z. $\frac{3}{4}$ L. dick bilden, und welche folglich $37\frac{1}{2}$ Quadratzoll Querdurchschnitt hat. Über die drei Schlüssel legt sich der obere Biegel der Ankerseile. Sie gehen aufserdem mit jedem Ende durch die 5 Biegel der auf jedes Ankerseil treffenden 10 Strähnen der Hängeseile. Die Schlüssel lehnen sich noch gegen zwei gufseiserne Füllstücke, deren halbcylindrische Form genau in die Biegel an den Enden der Seile pafst. Diese gufseisernen Stücke haben an ihren Enden Knaggen, um das Abgleiten der Biegel zu verhindern.

Das Gewicht der gesammten Brückenbahn und alles Hängenden beträgt 5821 Ctr. Die gröfste über die Brücke fahrende Last beträgt 3104 Ctr., also 21 Pfd. auf den Quadrat-Fufs. Wenn nemlich zwei Reihen der schwersten, dort zu Lande vorkommenden Wagen über die Brücke fahren, und die Wagenreihe über die ganze Länge der Brücke sich erstreckt, so beträgt das Gewicht der 44 Wagen 2522 Ctr. Dazu 500 Personen, 582 Ctr. an Gewicht, thut 3104 Ctr. Rechnet man die über die Brücke sich bewegende Last von 3104 Ctr. zu dem Gewichte der Brücke selbst, von 5821 Ctr., so erhält man für die gesammte Last 8925 Ctr.

Bezeichnet man nun die Entfernung der Stützpuncte der Tragseile durch e;
die Tiefe des Herunterhängens derselben in der Mitte durch . . . k;
das Maximum der Belastung durch . . . . P;
die Spannung der Seile durch . . . . T:
so ist:

$$T = \frac{P}{4k}\sqrt{(\tfrac{1}{4}e^2 + 4k^2)}.$$

Setzt man für e, k und P ihre Werthe, nemlich

$$e = 870\,\text{F.}, \quad k = 61{,}43\,\text{F.} \quad \text{und} \quad P = 8925\,\text{Ctr.},$$

so findet man, für die gröfste Spannung der Seile:

$$T = 16415.$$

Die Seile sind aus 4224 Drähten No. 18. zusammengesetzt, deren jeder 1302 Pfd. zu tragen vermag. Jedes Seil [*chaque câble*. Es soll wohl heifsen: die 4 Seile zusammen. D. H.] vermag also 50007 Ctr. zu tragen; mithin dreimal so viel, als die obige gröfste Spannung von 16415 Ctr.

Der Durchmesser der Drähte No. 18., aus welchen die Seile zusammengesetzt sind, ist 1,41 L., ihr Querschnitt 1,566 Quadr.-L. Dieses macht für 4224 Drähte 6624 Quadr.-Lin. Querschnitt. Von der gröfsten Spannung kommt also nur 273 Pfd., und von der ruhenden Last nur 178 Pfd. auf die Quadratlinie; also im ersten Fall weniger als der dritte, und im zweiten etwas mehr als der fünfte Theil der Last von 829 Pfd., welche jede Quadratlinie Querschnitt der Seile zu tragen vermag.

[Wenn man annimmt, dafs die Last auf die Brückenbahn nach der Länge derselben gleichförmig vertheilt sei, und durch die Mitte des Bogens, welchen die Hängeseile bilden, also durch den niedrigsten Punct dieses Bogens, rechtwinklige Coordinaten x und y legt, den Anfangspunct derselben in den niedrigsten Punct selbst, und die x lothrecht, die y wagrecht: so kann der Theil der Belastung, der auf dem der Ordinate y correspondirenden Bogen ruht, weil die Last gleichförmig, das heifst im Verhältnifs der Länge der Brückenbahn vertheilt sein soll, durch my ausgedrückt werden, wo m die Zahl von Centnern ist, welche auf die Einheit der Länge der Brückenbahn kommt. Ferner ist der aus der Belastung entstehende wagerechte Zug nothwendig für jeden beliebigen Punct der Curve der nemliche, also eine Constante; denn wäre er es nicht, so könnte kein Gleichgewicht Statt finden und das Seil nicht in Ruhe bleiben. Der genannte wagerechte Zug kann also durch ma ausgedrückt werden, wo a eine unveränderliche, weiterhin zu bestimmende Gröfse bezeichnet. Die beiden, auf den, der Ordinate y und der Abcisse x entsprechenden Punct der Curve, in auf einander senkrechten Richtungen, nemlich die eine nach der lothrechten Richtung der x, die andere nach der wagerechten Richtung der y wirkenden Kräfte, sind also my und ma. Es müssen sich aber, nach statischen Gesetzen, wenn das Gleichgewicht Statt finden soll, die ersten Ableitungen (ersten Differentiale) dx und dy

von x und y, nach irgend einer beliebigen unabhängig veränderlichen Gröſse genommen, wie jene beiden Kräfte verhalten. Es muſs also

$$1. \quad \frac{dy}{dx} = \frac{ma}{my} = \frac{a}{y}$$

sein; welches die Grundgleichung für die Gestalt der Curve ist. Es folgt daraus $y\,dy = a\,dx$, und, die Stammgleichung genommen (integrirt), $y^2 = 2ax + \text{Const.}$ Da $y = 0$ ist, für $y = 0$, nemlich im Anfangspuncte der Coordinaten: so ist Const $= 0$; also vollständig:

$$2. \quad y^2 = 2ax.$$

Dieses giebt die Gleichung der Curve, welche die Hängeseile bilden. Diese Curve ist also eine Parabel zweiter Ordnung (nicht etwa eine Kettenlinie). Für die Stützpuncte der Tragseile ist $x = k$ und $y = \frac{1}{2}e$, wenn man, näherungsweise, annimmt, daſs die Brückenbahn und die Belastung bis zu den Portiken reichen (was freilich nicht der Fall ist). Also giebt die Gleichung (2.) für die Stützpuncte der Curve $\frac{1}{4}e^2 = 2ak$, und daraus folgt:

$$3. \quad a = \frac{e^2}{8k}.$$

Dieses ist der nothwendige Werth von a, und man erhält, wenn man denselben in (2.) substituirt,

$$4. \quad y^2 = \frac{e^2 x}{4k};$$

welches die vollständig bestimmte Gleichung der Curve ist.

Die gesammte Belastung bezeichnet der Herr Verfasser durch P: also ist für $y = \frac{1}{2}e$, $\frac{1}{2}P = m.\frac{1}{2}e$, und daraus folgt:

$$5. \quad m = \frac{P}{e}.$$

Die Belastung my für die der Ordinate y entsprechende Länge der Brückenbahn ist also

$$6. \quad my = \frac{Py}{e}.$$

Nun ist die Spannung T des Seils für jeden beliebigen, z. B. für den der Ordinate y entsprechenden Punct der Curve, die mittlere oder diagonale oder resultirende Kraft der beiden Kräfte my und ma, und es muſs, nach statischen Gesetzen, wenn man die Länge des Bogens, vom Anfangspuncte der Coordinaten an, durch s bezeichnet,

$$7. \quad \frac{ds}{dx} = \frac{T}{my} = \frac{Te}{Py} \quad (6.)$$

sein. Es ist aber $ds = \sqrt{(dx^2 + dy^2)}$. Also giebt (7.)

$$\sqrt{\left(1 + \frac{dy^2}{dx^2}\right)} = \frac{Te}{Py},$$

und wenn man, aus (1. und 3.), $\frac{dy}{dx} = \frac{a}{y} = \frac{e^2}{8ky}$ substituirt,

$$\sqrt{\left(1 + \frac{e^4}{64k^2y^2}\right)} = \frac{Te}{Py}, \quad \text{oder} \quad \frac{\sqrt{(e^4 + 64k^2y^2)}}{8k} = \frac{Te}{P}.$$

Daraus folgt

$$8. \qquad T = \frac{P}{8ke}\sqrt{(e^4 + 64k^2y^2)}.$$

Dieses ist der Ausdruck der Spannung des Seils in einem beliebigen Puncte desselben. Für den Anfangspunct der Coordinaten, oder im tiefsten Puncte des Seils, für welchen $y = 0$ ist, ergiebt sich aus (8.) $T = \frac{P}{8ke} . e^2$ oder

$$9. \qquad T = \frac{Pe}{8k}.$$

Die Spannung ist in diesem Puncte, wie aus (8.) folgt, am kleinsten, und nimmt nach oben immerfort zu. An den Stützpuncten des Seils, oder für $y = \frac{1}{2}e$, ist sie am gröfsten, und dort ist, vermöge (8.): $T = \frac{P}{8ke}\sqrt{(e^4 + 16k^2e^2)} = \frac{Pe}{8k}\sqrt{(e^2 + 16k^2)}$, oder

$$10. \qquad T = \frac{P}{4k}\sqrt{(\tfrac{1}{4}e + 4k^2)}.$$

Dieses ist genau der Ausdruck, welchen der Herr Verfasser für das Maximum der Spannung der Seile giebt. Es folgt also, dafs derselbe, eben so wie es hier geschehen ist, vorausgesetzt hat: die Belastung sei auf die Brückenbahn, ihrer Länge nach, gleichförmig vertheilt, und erstrecke sich zugleich so von einem Porticus bis zum andern; welches beides auch wohl füglich näherungsweise vorausgesetzt werden darf.

Aber sollte es doch nicht gewagt sein:

Erstlich, den Fall nicht zu berücksichtigen, wo die ganze, 784,6 F. lange und 20,58 F. zwischen den Geländern breite, also 16148 Quadratfufs Fläche enthaltende Brückenbahn ganz mit darüber sich hin bewegenden Menschen, wohl gar noch mit Wehr und Waffen belastet, bedeckt ist, deren dann wenigstens 4000, und im Gedränge auch wohl 5 bis 6000 darauf Raum finden würden, welches 3 bis 4000 Ctr. Gewicht

mehr giebt, als oben für die Wagen und die 500 Menschen angeschlagen ist, also statt 8925 Ctr. eine Belastung von 12 bis 13000 Ctr., unter welcher dann die Seile schon etwa die Hälfte dessen zu tragen bekommen würden, was sie äufserstenfalls tragen können:

Zweitens, die Belastung blofs als ruhend zu betrachten (was sie nicht ist), während dieselbe Last, in Bewegung, weit stärker wirkt als wenn sie ruht:

Drittens, wenn auch wirklich nur die im Text angeschlagene Last in Rechnung käme, die Seile nicht mehr als nur etwa 3 mal so stark zu machen, als nöthig, da doch ihre Stärke, wenn auch nur einzelne Drähte nachgeben sollten, etwa durch Rosten in der Folgezeit, sogleich bedeutend abnimmt?

Da die Brücke bis jetzt standhaft gewesen ist, so widerlegt zwar die Erfahrung bis jetzt alle diese Bedenken. Aber es ist die Frage, ob sie doch nicht für die Folgezeit noch übrig bleiben möchten. D. H.]

25. Ankerseile. Die Ankerseile, 8 an der Zahl für jedes Ende der Brücke, nemlich 4 für jeden Ankerbrunnen (Taf. XVIII. Fig. 1. und 2.) sind jedes aus 528 Drähten zusammengesetzt, und bilden folglich, für jedes Ende der Brücke, wieder eine Masse von 4224 Drähten. Die Seile sind cylindrisch, haben 3 Zoll 9,8 Lin. im Durchmesser, und sind 80 Fufs lang. Alle in das Ankermauerwerk hinabgehenden Seile sind mit einer stetigen, scharf angezogenen Spirale von Draht No 14. umwunden. Aufserhalb des Mauerwerks sind sie nur, gleich den Hängeseilen, alle 23 Zoll gebunden.

Nachdem sich die Hängeseile auf die oben angezeigte Weise mit den Ankerseilen vereinigt haben (Taf. XVIII. Fig. 3.), gehen sie, ohne ihre Richtung zu ändern, in die schrägen Schächte hinab. An den Mündungen der Ankerbrunnen biegen sie sich, breiten sich auf den Frictionsrollen aus (Taf. XVIII. Fig. 1., 2., 3., 4., 5.), und steigen nun senkrecht in die Brunnen hinab, und zwar in den dazu in dem Mauerwerk frei gelassenen Röhren. Am Boden des Brunnens wird, vermittelst eines durch den Biegel gehenden Ankers, das ganze Hängesystem an den untern Block des Ankermauerwerks angehängt.

Diese untere Verankerung, mit ihrer Befestigung, zeigt Taf. XVIII. Fig. 2., 6. und 7. Sie besteht, erstlich, aus einem geschmiedeten Stück Eisen, von 6 Fufs $4\frac{1}{2}$ Zoll lang, 1 Zoll $6\frac{1}{2}$ Lin. dick und 3 Zoll breit, welches sich unmittelbar an die untere Fläche des Steinblocks anlegt, und zu-

gleich die Abbröckelung der Ränder der in dem Steine befindlichen Löcher verhindert: zweitens aus einem geschmiedeten eisernen Splint, von 3 Zoll breit und 15 Zoll lang: drittens aus einem Anker von gegossenem Eisen, 3 Zoll dick und $7\frac{2}{3}$ Zoll hoch, unten halb-cylindrisch, um genau den Biegel unterhalb des Seils zu umfassen. Der Querschnitt dieses Ankers enthält 37,4 Quadratzoll.

26. *Hinuntergehende Trageseile.* Dieselben sind aus 30 Drähten No. 17. zusammengesetzt. Sie haben 11,4 Lin. im Durchmesser, und ihre Länge ist, nach ihren verschiedenen Stellen, verschieden. Die längsten sind 53 Fuſs lang, die kürzesten 7 Zoll, so daſs, senkrecht auf die letztern, die krummen Hängeseile beinahe die Haken der Biegel berühren, die die Balken der Brückenbahn tragen.

Die hinuntergehenden Tragseile sind 4 Fuſs $9\frac{1}{3}$ Zoll von einander entfernt, und ihre Zahl ist an jeder Seite der Brücke 163. Da die Stützpuncte der Hängeseile auf den Portiken [nach der Breite der Brücke gemessen] 31,2 Fuſs, und dagegen die Biegel, in welche die senkrechten Tragseile, an der Brückenbahn, eingreifen, [ebenfalls nach der Breite der Brücke gemessen] nur 22,9 Fuſs von einander entfernt sind, so folgt, daſs die Flächen, in welchen die hinuntergehenden Tragseile an den beiden Seiten der Brücke liegen, keine Ebenen und nicht vertical, sondern krumm sind, und überall ein wenig von dem Loth abweichen. Diese Anordnung, welche dem regelmäſsigen Aussehen des Hängewerks nicht schadet, verhindert die horizontalen Schwankungen der Brückenbahn nach der Seite, und strebt, den Zug an den Stützpuncten der Portiken auf die Brückenbahn zu übertragen; was den Stützpuncten zum Vortheil gereicht.

Jedes hinuntergehende Hängeseil (Taf. XIX. Fig. 4.) hat an beiden Enden ringförmige Biegel, die durch zwei guſseiserne Sättel gebildet sind, auf welche sich die Drähte legen, aus denen die Seile zusammengesetzt sind.

Der untere Biegel greift in einen Haken, und trägt vermittelst desselben den Biegel, welcher das Ende des darauf zutreffenden Querbalkens der Brückenbahn umfaſst. Der obere Biegel stützt sich auf die Mitte des Sattels von geschmiedetem Eisen, Fig. 4., dessen beide Schenkel, in der Gestalt von Halbmonden, die beiden Hängeseile an jeder Seite der Brücke zugleich umfassen.

27. *Zubereitung des Drahtes.* *A.* **Heiſser Überzug.** Die Drähte No. 18. und 17., in Massen von gleicher Länge, und 17 bis 19 Pfd. schwer, wurden bei ihrer Ankunft zuerst auf das sorgfältigste untersucht.

Nachdem sie in allen ihren Theilen fehlerfrei befunden worden, wurden sie, zu drei verschiedenen malen, und jedesmal zwei Stunden lang, in einen Kessel voll siedenden Leinöls gebracht, welchem man etwas weniges Bleiglätte (*litharge*) und Rufs zugesetzt hatte. Nach dem Herausnehmen aus dem Kessel wurden die Drahtringe jedesmal unter Schuppen ausgespannt und, bis sie vollkommen trocken waren, oft gewendet. Darauf wurden sie, bis zur ferneren Behandlung, in das Magazin gebracht. So wurden die Drähte, durch die Bedeckung mit drei Lagen Öl, der Oxydation völlig unzugänglich gemacht, in so fern sie nur gegen Reibung geschützt bleiben. [Aber der Überzug mit Öl dauert an der Luft nicht für immer. Vielleicht ginge es an, solche Hängeseile dadurch noch kräftiger gegen den Rost zu schützen, dafs man sie, nachdem sie aus geöltem Draht verfertigt sind, noch mit platten Drähten (von der Form der Uhrfedern, oder schmalen Sägeblätter) spiralförmig, scharf an einander, doppelt umspänne. D. H.]

B. Abwickelung und Vereinigung der Drähte. Die Drahtbündel wurden, nachdem sie auf die beschriebene Weise gefirnifst und wieder getrocknet waren, auf Trommeln von 15 Zoll im Durchmesser aufgewickelt. Zu dem Ende legte ein Arbeiter ein Drahtbündel auf eine Art von Haspel, der sich um eine senkrechte Rolle drehte, und nachdem er das eine Ende des Drahts an die Trommel befestigt hatte, spann er den Draht vermittelst einer Kurbel auf, die er mit der rechten Hand drehte, während er mit der linken den Draht lenkte. Während dieser Operation knüpfte er zugleich die Enden des Drahts zusammen, indem er sie auf 4 Zoll lang kreuzte, und sie, auf wenigstens 2 Zoll 8 Lin. lang, spiralförmig, mit ausgeglühtem Drahte No. 4. umwand.

Die Verbindung der Drähte war so fest und sicher, dafs jedesmal, wenn man einen so zusammengeknüpften Draht bis zum Zerreifsen anspannte, die Enden niemals über einander abglitten, sondern der Draht immer über oder unter dem Knoten zerrifs. Ein eingeübter Arbeiter vermochte täglich etwa 1280 Pfd., oder etwa 3 Spulen oder Trommeln voll Draht, zu haspeln und zu knüpfen.

Nachdem die Drähte so verarbeitet waren, schritt man zur Verfertigung der Drahtseile.

28. *Verfertigung der Drahtseile. A.* Hängeseile. Da die Bahn, auf welcher die Strähnen der Hängeseile gesponnen worden

sind, für die 1192 Fufs langen Seile in gerader Linie nicht lang genug war, so mufsten die Seile, nach Taf. XIX. Fig. 5., wiederkehrend gesponnen werden.

Jedes der vier Hängeseile besteht aus 20 Strähnen, und zwar aus 12 von 56 und aus 8 von 48 Drähten. Jede Strähne ist einzeln gemacht worden.

Ein Stück Eichen-Holz *b*, Taf. XIX. Fig. 5., von $11\frac{1}{2}$ Zoll im Gevierte, gestützt auf einen Bock, und gehalten durch eine dem Zuge entgegengesetzte starke Strebe wurde aufrecht, und 4 Fufs 9 Zoll tief in den Boden gestellt und durch Mauerwerk befestigt. Auf den obern Kopf des Holzes, 3 Fufs 2 Zoll hoch über dem Erdboden, wurde, an der hintern Seite, ein im Querschnitt halbkreisförmiges Stück von 15 Zoll im Durchmesser augefuttert, und dasselbe mit Blech bekleidet. Diesem Gerüst gegenüber, und 592 Fufs davon entfernt, wurden zwei andere Pfähle *a* und *c*, 3 Fufs 2 Zoll von einander abstehend, gesetzt. Die Köpfe derselben wurden hinter jedem mit einem Pflocke verstärkt, welcher 2 Zoll überragte und genau in den Biegel am Ende der Strähnen pafste.

Auf die Länge von 582 Fufs waren, alle 32 Fufs, genau horizontal, 3 Fufs 2 Zoll lange Querstücke gesetzt, um die Strähnen zu tragen.

Nachdem so alles vorbereitet war, brachte man die auf die Pflöcke passenden Biegel, welche zu den Umdrehungen der Drähte bestimmt waren, an ihre Stelle. So war also das Ende des Drahts an dem einen der Pflöcke, z. B. an *a*, befestigt, und ging durch die Rinne der Biegel. Nun setzte man einen Wagen in Bewegung, der eine mit Draht bewickelte Spule oder Trommel trug. Am andern Ende der Bahn angelangt, bog man den so weit abgesponnenen Draht um den halbkreisförmigen Kopf des Pfahls *b*, und nachdem man dem Drahte, vermittelst einer, der von Herrn Vicat vorgeschlagenen ähnlichen Vorrichtung, eine Spannung von 213 Pfd. gegeben hatten, führte man den Wagen nach dem Puncte, von welchem er ausgegangen war, zurück. Dort wurde der Draht, auf gleiche Weise, durch die Rinne des andern Biegels gezogen, und nachdem man ihm eine der vorigen möglichst gleiche Spannung gegeben hatte, setzte man das Verfahren auf gleiche Weise weiter und für die ganze übrige Strähne fort. Zuletzt vereinigte man, am Ende der Strähne, das Ende des letzten Drahts mit dem ersten Anfange desselben, der einstweilen an den Pfahl *a* war befestigt worden. Um dem Drahte, ehe man ihn an den Pfahl *b*, oder um

die Biegel legte, die beabsichtigte Spannung zu geben, brachte man die Zange, welche zum Anziehen des Drahts diente, an ein Seil, welches sich um einen beweglichen Cylinder legte, und ein an seinem Ende aufgehängtes Gewicht von 213 Pfd. trug. So bekamen die verschiedenen, die Strähnen bildenden Drähte, alle sehr nahe eine gleiche Spannung.

Man band darauf die Strähnen mit ausgeglühtem Draht No. 14. an beide Seiten des Biegels fest und umwand die beiden Strähnen, 15 Zoll lang, spiralförmig. Eben so machte man, etwa alle 3 Fuſs 2 Zoll, auf die ganze Länge der Strähne, vorläufige Bänder, die hernach beim Aufziehen des Seils wieder weggenommen wurden. Hierauf brachte man auf die so gebundenen Strähnen eine Lage des Leinöls, durch welches die Drähte schon dreimal heiſs gezogen worden waren, und legte nun die Strähnen auf die Werkstatt. Fünf Arbeiter, von denen einer die Anspannung der Drähte besorgte, konnten wöchentlich 5 Strähnen verfertigen.

B. Ankerseile. Ich lieſs, in einer bedeckten und geschützten Werkstatt, einen 3 Fuſs 2 Zoll tiefen und 1 Fuſs 7 Zoll breiten Graben ausheben. In diesen Graben wurde ein 80 F. langes und 26¾ Z. breites Gestell (Taf. XIX. Fig. 6., 7., 8.) gesetzt, nach dessen Länge horizontale Hölzer von 11½ Zoll im Gevierte liefen, welche alle 9½ Fuſs durch Querstücke, von gleich starken Hölzern, aus einander gehalten wurden, und auf dieselben durch eiserne Biegel stark befestigt waren. Die beiden Längstücke waren rechtwinklig gegen eichene Stiele von gleicher Stärke gestemmt. Diese beiden Stiele, im Mauerwerk befestigt, ragten 11½ Zoll über die Längstücke hervor. Der Kopf jedes Stiels war mit einem Loch, von 2 Zoll 3½ Lin. im Durchmesser, durchbohrt, welches dicht auf die Oberfläche der Längstücke hinstreifte. Dieses Loch war mit einer eisernen Platte, von 9 Lin. dick, 1 Fuſs 11 Zoll lang und ½ Zoll breit bekleidet, durch welche eine eiserne Stange *a, a,* von 2 Zoll 3½ Lin. dick und 2 Fuſs 6½ Zoll lang, ging. Auf die halbe Länge der Stange war eine Schraubenspindel angeschnitten, und am andern Ende war ein viereckiger Kopf, um den Biegel des Seils zu fassen.

Vermittelst eines eisernen Schlüssels, mit 3 Fuſs 2 Zoll langem Hebel, für die 3 Zoll 10 Lin. dicke messingene Schraubenmutter, bewegte man die Schraubenspindeln, an welchen die Enden des Seils während der Verfertigung desselben befestigt waren, horizontal fort.

Ein kleiner Krahn *b* diente, das Gewicht herbeizuziehen, welches man jedem Faden bei seiner Biegung um den Biegel zu tragen geben

wollte. Die verticale Spindel des Krahns drehte sich, um einen festen Stiel, in zwei Zapfen, und der horizontale Arm des Krahnes hatte an seinem Ende eine kleine Rolle.

Um ein Seil anzufangen, befestigte man gegen das Längstück das Ende des auf die Trommel aufgerollten eisernen Drahts, zog den Draht durch die Rinne des Biegels, führte es nach dem andern Ende der Werkstatt, legte es dort gegen die Rinne des andern Biegels, und faſste es, etwa 19 Zoll davon entfernt, vermittelst einer an ein Seil befestigten Zange. Dieses Seil wurde über die Rolle des horizontalen Krahn-Armes gelegt, und trug an seinem Ende ein 213 Pfd. schweres Gewicht, welches auf dem Erdboden lag. Hierauf wurde der auf die Richtung des Seils beinahe perpendiculair stehende Krahn-Arm auf seinem Zapfen gedreht, bis er sich gegen das Längstück anlegte. Durch die Drehung hob sich das Gewicht vermittelst des über die Rolle gehenden Seils, und der Draht bekam nunmehr das ganze Gewicht zu tragen. Auf gleiche Weise, und vermittelst einer ganz gleichen Vorrichtung, wurde am andern Ende der Seilbahn ein Gewicht gehoben. Merkzeichen von Draht, perpendiculair auf die Biegel, zeigten unveränderlich die den Seilen bestimmte Länge an, so wie bei jeder Wendung die geringste Veränderung, sowohl in der Länge, als in der Temperatur, und im etwaigem Zusammendrücken des Bodens oder der Hölzer im Gestell. Vermittelst der Stellschrauben wurde die richtige Länge des Seils und die Spannung seiner Fäden immer wieder hergestellt. Nachdem alle Drähte an ihrer Stelle waren, wurde das letzte Draht-Ende an das erste, anfänglich an den Gestellbalken befestigte Ende festgeknüpft.

In diesem Zustande wurde das Seil mit einer reichlichen Lage zubereiteten Öls überzogen, welches nun bis in die innersten Räume drang.

Hierauf wurde das Seil an den Enden der Biegel mit ausgeglühtem Draht No. 14. stark gebunden. Zu dem Ende hatten die Biegel Einschnitte oder Rinnen. Die Bindungen wurden bis auf 27 Zoll fortgesetzt, und endlich wurden die Drähte des Seils, auf die ganze Länge der Höhlung der Ankerbrunnen, mittelst einer spiralförmigen Umwickelung in ein Bündel vereinigt. Für den übrigen Theil des Seils begnügte man sich, alle 23 Zoll eine $7\frac{3}{4}$ Zoll lange Bindung zu machen. Um diese Bindungen schärfer anziehen zu können, und das Seil runder zu bekommen, setzte man, so wie die Bindungen gemacht werden sollten, eine hölzerne, kreisförmig

ausgehölte Klemme an, deren beide Theile zusammengeschraubt werden konnten.

Als so das erste Ankerseil vollendet war, hatte es, auf der Werkstatt liegend, ein ganz gutes Aussehn, und ich glaubte, dafs die Draht-Umwickelung, welche es fast in seiner ganzen Länge umgab, es beinahe gerade erhalten würde. Aber ich wurde hierüber bald enttäuscht; denn so wie das Seil nur ein wenig losgespannt und seine Elasticität frei geworden war, sprang es alsbald aus seiner Lage, und bog sich in fortlaufende doppelte Krümmungen, von der Gestalt eines Pfropfenziehers. Es wäre unmöglich gewesen, es so in den Brunnen zu bringen. Mit Mühe brachten wir es, vermittelst kleiner eiserner Seile und Schrauben, auf sein Lager zurück, wo ihm, durch engeres Zusammenrücken der spiralförmigen Umwickelung, seine vorige Gestalt und Länge wiedergegeben wurde. Nachdem verschiedene Mittel, das ganz frei gelassene Seil gerade zu erhalten, um es so in den Brunnen schaffen zu können, vergebens versucht worden waren, blieb ich bei folgendem stehen; welches auch gelang. Ich liefs aus frischem fichtenen Holze, ohne Äste, Latten, von $\frac{3}{4}$ Zoll dick und 2 Zoll breit, sägen. Solcher Latten liefs ich vier an das Seil, seiner ganzen Länge nach, legen und sie, alle 8 bis 11 Zoll, stark mit ausgeglühtem Drahte daran festbinden. So eingezwängt, konnte das Seil sich selbst überlassen werden, und drehte sich nun nicht mehr in sich selbst. Die Einfassung mit Latten hatte noch den Nutzen, das Seil gegen das Abreiben bei dem Einbringen zu schützen.

Acht Seile von gleicher Länge, für das eine Ufer, wurden so nach einander verfertigt und eingeschnürt.

Ehe man etwas an der Werkstatt änderte, machte man noch ein kleines Seil, aus 20 Drähten, genau von derselben Länge wie die vorigen, und ebenfalls an den Enden in Biegel greifend. Dieses Seil hatte den Zweck die Länge der 8 andern Seile, für das gegenüberliegende Ufer, zu bestimmen.

C. Hinuntergehende Tragseile. Nachdem die verschiedene Länge dieser Seile berechnet und nach einem Maafsstabe von 1 auf 5 gezeichnet worden war, schritt man zur Verfertigung derselben, und zwar je zu vieren, welche immer, vermöge ihrer Lage an beiden Seiten und an beiden Enden der Brücke, gleich lang sein mufsten.

Man setzte zwei Pfähle recht fest in den Erdboden, gegen welche sich, mit ihren beiden Enden, eine horizontale, 54 Fuſs lange Schwelle stemmte, von mehreren Stielen getragen. Das längste Seil ist nemlich, wie oben bemerkt, 53 Fuſs lang. Ein eiserner Knaggen ragte über einen der Pfähle 2 Zoll hervor, und bildete den Haltpunct.

Ein Wagen trug hierauf einen beweglichen Haltpunct, und konnte nach Belieben, entweder längs der Schwelle, wie eine Coulisse, fortgeschoben, oder an dieselbe befestigt werden. Dieser Wagen, durch welchen von vorne nach hinten eine runde eiserne Stange ging, hatte vorn einen Knaggen, demjenigen auf dem festen Pfahle gleich, und hinten eine Schraubenspindel, mit Mutter. Dieser Wagen, mit dem beweglichen Haltpuncte, wurde nach und nach auf diejenige Entfernung von dem festen Haltpuncte festgestellt, welche der Länge der zu verfertigenden Seile gleich war. Man spann darauf, durch Abwickelung, 30 Drähte No. 17. über die Biegel an den Haltpuncten, sowohl den festen als den beweglichen. Die Spannung der Drähte wurde durch die Schraube regulirt. Man band darauf die beiden Enden der Biegel an das Seil, und vereinigte nun die 30 Drähte, das Seil abrundend, durch Fortsetzung der spiralförmigen Umwickelung auf die ganze Länge. Die Umwickelungen waren etwa $13\frac{3}{4}$ Linien von einander entfernt.

29. Die Brückenbahn. Mit Ausnahme der Kreuze in den Geländern, zu welchen eichen Holz genommen wurde, ist die Brückenbahn ganz von fichtenem Holze gemacht worden. Diese Holzart ist, wegen ihres geringen Gewichtes, insbesondere zu Brückenbahnen geeignet, die, wie Hängebrücken, ohne Gerüste aufgerichtet werden müssen. Auch liefern Fichten geradere, längere und leichter mit einander zu verbindende Baustücke.

Die Brückenbahn hat, quer über das Thal, eine der parabolischen Krümmung der Hängeseile entgegengesetzte Krümmung, nach oben, die sich, je nach dem Stande der Temperatur, 19 bis 38 Zoll über die gerade Horizontallinie erhebt.

Die Breite der Brückenbahn beträgt, im Lichten zwischen den Geländern, 20 Fuſs 7 Zoll, wovon 2 Fuſs $9\frac{1}{2}$ Zoll auf jeden Fuſspfad kommen, und also 15 Fuſs für die Fahrbahn bleiben, auf welcher nun zwei Wagen einander bequem ausweichen können.

Die Brückenbahn (Taf. XIX. Fig. 1., 2., 3.) ruht auf einer Reihe von Querbalken. Dieselben sind 9 Zoll 2 Linien breit, in der Mitte ihrer Länge 14 Zoll 2 Linien und an den Fuſspfaden 11 Zoll 10 Linien hoch. So bekommt also die Fahrbahn eine Wölbung von 2 Zoll 4 Linien in der Mitte, zum Abflusse des Wassers. Die Querbalken sind, von Mitte zu Mitte, 4 Fuſs 9 Zoll 4 Linien von einander entfernt, und es ruhen auf denselben 4 Reihen Längbalken, von einem Ende der Brücke bis zum andern, welche die Fuſspfade tragen.

Die innern Längbalken sind 10 Zoll 4 Linien hoch und 8 Zoll 5 Linien breit. Sie sind auf die Querbalken durch 9 Linien dicke Biegel von geschmiedetem Eisen befestigt. Diese Biegel umfassen die Querbalken, und sind an die Längbalken vermittelst zweier Arme, die durch die Längbalken gehende Bolzenstiele bilden, stark angeschraubt. Es sind auf diese Weise bloſs die Längbalken durchlocht, und die Querbalken werden mit Löchern verschont, welche sie schwächen und ihre Dauer vermindern würden.

Die äuſseren Längbalken sind 11 Zoll 6 Linien hoch und 9 Zoll 2 Linien breit. Die Fuſspfade haben also, nach der Mitte der Brückenbahn hin, einen Abhang von 1 Zoll 2 Linien, zum Abflusse des Wassers.

Auf die äuſsern Längbalken sind die Geländer befestigt. Sie bestehen aus einer Reihe von Kreuzen, aus 3 Zoll 5 Linien im Gevierte starkem eichenen Holze, und einem Holm, aus $6\frac{1}{2}$ Zoll im Gevierte dicken Hölzern. Der Holm bestehet aus zwei Reihen über einander gelegter, wenigstens 64 Fuſs langer Hölzer, von gleicher Stärke. Die untere Reihe derselben hat die Zapfenlöcher, in welche die Kreuze des Geländers gesteckt sind. Von oben bis unten, und jedesmal durch einen der Querbalken, gehen, zwischen den Kreuzen, eiserne, $13\frac{3}{4}$ Linien dicke Bolzen.

Die Stöſse der Geländerholme, so wie die Längbalken, sind zusammengebolzt, und treffen an den beiden Seiten der Brücke nirgend einander gegenüber.

Die Fahrbahn bilden zunächst $3\frac{1}{2}$ Zoll dicke Bohlen, welche nach der L ä n g e der Brückenbahn gelegt sind. Die Breite der Bohlen beträgt im Durchschnitt $5\frac{3}{4}$ Zoll, und ihre Länge 32 bis 64 Fuſs. Zwischen den Bohlen befinden sich Zwischenräume, oben $13\frac{3}{4}$, unten 23 Linien breit. Diese Anordnung hat den Zweck, das Werfen der Bohlen zu verhindern und den Abfluſs des Wassers zu befördern. Die Stöſse der Bohlen befin-

den sich jedesmal genau auf einem Querbalken. Sowohl an den Stöfsen, als auf die zwischenliegenden Querbalken, sind die Bohlen mit 6 Zoll langen und 5½ Linien dicken eisernen Pflöcken, an deren Spitzen Widerhaken gehauen sind, aufgenagelt.

Auf diesem Unterbelage liegt eine Sohle, aus 1 Zoll 11 Linien dicken Bohlen, welche, quer über die Bohlen des Unterbelags, auf dieselben festgenagelt sind. Diese Sohle, welche, wie gesagt, in der Mitte eine 2 Zoll 3½ Linien hohe Wölbung hat, läfst längs der ganzen Brückenbahn, an jeder Seite derselben, zwischen sich und dem innern Längbalken einen Zwischenraum von 1 Zoll 4 Linien breit, zum Abflusse des Wassers von der Bahn. [Den Belagsohlen durch Biegung eine Wölbung nach oben zu geben, ist in Deutschland auch auf gewöhnlichen Brücken hin und wieder versucht worden. Es wäre zu wünschen, dafs man es allgemeiner thäte. Die hölzernen Beläge würden ein gutes Theil länger vorhalten. Der Abhang einer Brücke der Länge nach ist, besonders wenn der Belag nicht mehr neu ist, eben so völlig unwirksam zur Beförderung des Wasser-Abflusses, als er häfslich und für die Passage unbequem ist. Meistens denkt man sich auch dabei, wenn man ihn macht, eigentlich wohl nichts. Zuweilen aber mag man auch meinen: nächstdem dafs so das Wasser abfliefsen werde, werde auch die Brücke besser tragen, wenn man ihrer Bahn die Form von zwei gegeneinander sich stemmenden Streben gebe. Aber diese Vorstellung ist eben so unrichtig und wunderlich, als wenn man z. B. ein Pflaster für ein Gewölbe hält. D. H.]

Die Fufspfade liegen 6 Zoll 10½ Linien höher als die anstofsende Fahrbahn. Sie sind mit 1 Zoll 11 Linien dicken Bohlen belegt, die an einander liegen, aber nicht an einander gezwängt sind. Diese Bohlen sind quer über die Längbalken aufgenagelt. Ihre äufsern Enden, welche in gerader Linie abgeschnitten sind, tragen eine gleich dicke Schwelle, welche die Längbalken vollends bedeckt, und in welche die Geländerkreuze gezapft sind.

Der vierte Theil der Querbalken tritt an jeder Seite der Brückenbahn um 4½ Fufs über. Auf diese übertretenden Enden der Querbalken sind eiserne, 13¾ Linien dicke Streben gesetzt und an die Querbalken, so wie an die Geländerholme angebolzt, theils um die Geländer zu halten, theils um die Festigkeit der Brückenbahn zu verstärken und die horizontalen Schwankungen derselben nach der Seite mehr zu hindern, in-

dem dieselben nothwendig abnehmen müssen, so wie die Breite der Brücke, im Verhältnifs zu ihrer Länge, zunimmt. Auch dienen die Streben, auf die überragenden Querbalken, ein Gerüst zu befestigen, für Fälle, wo es nöthig ist, die Schrauben anzuziehen, oder einen Anstrich, oder die Betheerung zu wiederholen, oder den Belag zu repariren.

Die Brückenbahn wurde auf der Zulage ganz vorbereitet. Die verschiedenen Theile derselben wurden numerirt, gezeichnet, und darauf aus einander genommen und an einem bedeckten, sehr luftigen Ort aufgestapelt. So haben die Hölzer über ein Jahr gelegen. Sie waren dadurch für das Aufrichten um so trockener geworden. Kurz vor dem Aufstellen der Bahn hat man diejenigen Theile, die nach dem Aufstellen einander bedeckten, betheert. So wie man die Hölzer beim Aufrichten brauchte, wurden sie, auf der oben erwähnten Rampe, vermittelst eines Wagens herbeigefahren, den eine Winde vermittelst zweier Treträder zog, die durch Menschen in Bewegung gesetzt wurden. Alle Verbandstücke kamen also von dem rechtseitigen Ufer herbei.

Es ist mehr schädlich als nützlich, Hölzer, die nicht ganz trocken sind, zu betheeren. Es ist besser, das Betheeren der äufsern Fläche der Hölzer auszusetzen, bis das Holz seinen Saft ganz verloren hat.

IV. Aufstellung, Prüfung und Eröffnung der Brücke.

30. *Aufbringen der Hängeseile.* Nachdem alles Mauerwerk der Portiken und der Ankerbrunnen vollendet war, die schrägen Schächte geöffnet und die Reibungsrollen an ihre Stelle gebracht waren, schritt man zu der Aufstellung des Hängwerkes.

Auf jeden Porticus wurde, auf der Kammer über den Gewölben, (Taf. XIX. Fig. 9.) ein vorwärts und rückwärts um $6\frac{1}{2}$ Fufs übertretendes Gerüst gelegt. Auf dieses Gerüst wurden zwei Winden gesetzt, welche ich mit No. 1. und No. 2. bezeichnen will. Die Spindeln derselben waren $9\frac{1}{2}$ Fufs lang, $9\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, und die Winden wurden durch 6 eiserne, 4 Fufs 9 Zoll lange Hebel in Bewegung gesetzt. Eine dritte Winde, No. 3., von derselben Gröfse und Einrichtung, wurde, etwa 96 Fufs hinter dem Porticus, und in der Mittellinie der Brückenbahn, auf den Erdboden befestigt (Taf. XVII. Fig. 1.).

Auf die Winde No. 3. wickelte sich ein hanfenes, 733 Fuſs langes Seil, von 13¾ Linien im Durchmesser. Das freie Ende dieses Seils wurde auf den Porticus gebracht, zweimal um die Winden No. 1. und 2. (Taf. XIX. Fig. 9.) gewunden und darauf an das Ende eines dünnen Seils befestigt, dessen Ende die Winde No. 4. (Taf. XVII. Fig. 1. und Taf. XIX. Fig. 10. und 11.) ergriff, die unten im Thale stand: in der Mittellinie der Brückenbahn, und etwa auf die Mitte ihrer Länge. Das dünne Seil, so wie 160 Fuſs von dem dicken Seile, wurden auf die Winde No. 4. gewickelt.

Ganz gleiches geschah auf dem andern Ufer, und es trat für dieses die Winde No. 5. (Taf. XVII. Fig. 1.) an die Stelle der vorigen No. 4.

Nun brachte man zwischen die beiden, wie gesagt unten im Thal stehenden Winden No. 4. und 5. die ersten Strähnen der Hängeseile.

Zu dem Ende hatte man quer auf einen vierrädrigen Wagen (Taf. XIX. Fig. 10. und 11.) einen im Groben, aus Holz verfertigten Cylinder, oder eine Trommel, von 6 Fuſs 4 Zoll im Durchmesser und 4 Fuſs 9 Zoll lang, angebracht, welche Trommel sich frei um eine eiserne Achse drehte. Man führte diesen Wagen auf die Werkstatt, wo die Strähnen der Hängeseile, halb zusammengebogen, lagen. Eine auf diese Weise halb zusammengebogene Strähne wurde in der Mitte ihrer Länge gefaſst und so doppelt an die Trommel gehängt. Die Trommel wurde, während man den Wagen fortzog, umgedreht, und die Strähne wurde also dadurch doppelt, und ohne Reibung, auf die Trommel aufgerollt.

Hierauf fuhr man mit der Strähne nach dem Puncte, von welchem aus sie auf den Porticus gebracht werden sollte. Dort hemmte man die Räder des Wagens und setzte vor und hinter den Wagen zwei 19 Fuſs lange Hebel, die auf die Trommel wie Bremsen wirkten, um bei dem Aufziehen der Strähne die Reibung und die Umdrehungs-Geschwindigkeit der Spule zu mäſsigen.

Die beiden Biegel oder Enden der Strähne, jedes seinerseits, wurden hierauf durch starke Bindeseile an die hanfenen Seile befestigt, unfern von da, wo diese Seile auf die Winden No. 4. und 5. aufgerollt waren. Hierauf setzte man alle Winden auf beiden Ufern in Bewegung, und zog so von beiden Ufern die groſsen Taue an. Diese Taue führten nun die Enden der eisernen Strähne fort, und so wie die Strähne sich abwickelte, wurde sie mit dünnen Seilen an das hanfene Tau festgeknüpft, bis zum Ende desselben, also auf 159 Fuſs lang: so lang als es auf die Winden No. 4. und 5. aufgewickelt war. Die Strähne wurde hierauf sich selbst

überlassen und folgte nun den Tauen, die sie mit sich fortzogen, eben wie die Seile, welche bestimmt waren, die Taue in ihre vorige Lage zurückzuführen, um eine neue Strähne aufzunehmen.

Nachdem auf diese Weise die von beiden Seiten gezogene Drahtsträhne ganz abgewickelt und so die Trommel frei geworden war, führte man den Wagen wieder nach der Werkstatt, um eine neue Strähne abzuholen. [Die Strähnen sind so lang als die über das Thal und von einem Ankerbrunnen bis zum andern ausgespannten Hängeseile. D. H.]

So wie die Enden der eisernen Strähnen auf den Portiken anlangten, hörte man auf dem einen Ufer auf, die Winden zu drehen, während die Bewegung derjenigen auf dem andern Ufer fortgesetzt wurde. Das hanfene Tau wurde nun von der eisernen Strähne, so wie es allmälig fortrückte, losgemacht. Die Strähne glitt über bewegliche hölzerne Rollen, welche auf dem Pfeiler angebracht waren, den es passiren sollte; nahe an ihrem Biegel wurde sie an ein anderes hanfenes Seil befestigt, und dieses Seil wurde durch eine auf den Boden des schrägen Schachtes gesetzte Winde No. 6. (Taf. XVII. Fig. 1. und Taf. XVIII. Fig. 3.) an- und bis zu seinem Vereinigungspuncte mit dem Ankerseile fortgezogen. Dort wurde die Strähne an das oben erwähnte provisorische Ankerseil befestigt, welches einstweilen die Stelle des bleibenden Seils zu vertreten hatte.

Die einmal so befestigte Strähne wurde nun leicht auf die Rolle des Porticus gelagert.

Das gleiche Verfahren fand hierauf für den andern Porticus Statt, und das andere Ende der Strähne wurde vermittelst der Winde No. 7. in den schrägen Schacht des entgegengesetzten Ufers gebracht.

Zwei horizontale Visire *(règles)* bezeichneten die Senkung, welche die Hängeseile bekommen sollten. Sie waren, in einer und derselben Ebene, vor den Portiken aufgestellt. Man zog die Strähne vermittelst der Winde No. 7. so lange an, bis die Tangente an den untersten Punct des Bogens der Hängeseile den Visiren entsprach.

Hierauf stellte man die Winden fest und nahm mittelst eines eisernen Drahts, unter der durch den Dynamometer gemessenen Spannung, die genaue Länge der definitiven Ankerseile, welche statt der provisorischen am andern Ufer einzuziehen waren. Es ist schon oben bemerkt worden, daſs die vier letzten Ankerseile von der zur Stelle abgemessenen Länge verfertigt worden sind.

Jedes Ankerseil, auf die weiter oben beschriebene Weise eingepackt, wurde von 30 Arbeitern bis zur Mündung des Brunnens auf den Schultern herbei getragen und in dem schrägen Schachte auf bewegliche hölzerne Walzen, die dazu gelegt waren, auf den Boden ausgestreckt. Nunmehr wurde ein auf die Winde an der Brunnenmündung aufgewickeltes Seil, der Länge nach, in die frei gebliebene, 38 Zoll im Gevierte weite Röhre des Brunnens, bis auf den Boden derselben hinabgelassen. Dort wurde das Seil über eine Rolle gelegt und, in der $9\frac{1}{2}$ Zoll langen, $5\frac{3}{4}$ Zoll breiten Röhre des Brunnens, welche das Ankerseil selbst aufzunehmen bestimmt war, wieder heraufgezogen. Das heraufgekommene, freie Ende des hanfenen Seils wurde vermittelst eines ausgeglühten Drahtes an den Biegel des Ankerseils befestigt; die Winde wurde in Bewegung gesetzt, und es wurde, vermittelst des Gegenzugs des hanfenen Seils, das Ankerseil in den Brunnen hinabgezogen.

Man liefs das Ankerseil nur in so weit hinabgehen, als die Winde es zog, und hinderte so viel möglich die Krümmungen und Drehungen, zu welchen das Seil geneigt war, und welche zunahmen, so wie das Ankerseil tiefer hinabkam. Endlich schnitt man die Latten, mit welchen das Seil beschient war, in kurze Stücke; was nur sehr langsam vor sich gehen konnte.

Die Anker und übrigen Eisenstücke wurden hierauf an ihre Stelle gebracht und einstweilen, nebst den Biegeln der Ankerseile, auf Unterlagen gelegt.

In dem Innern der schrägen Schächte legte man zugleich, und so, dafs die Bewegung der Winden nicht gehemmt wurde, quer-über Hölzer, um einstweilen die schon gelegten ersten Strähnen des Hängeseils zu halten; was dann gestattete, das provisorische Ankerseil, welches diese Strähnen hielt, wegzunehmen, und wodurch die Winde No. 6. frei wurde.

Nachdem eine zweite Strähne durch dasselbe Verfahren an die Seite der ersten gebracht worden war, vereinigte man sie beide mit dem Ankerseile, indem man ihre Biegel an die §. 24. beschriebenen Schlüssel von geschmiedetem und gegossenem Eisen (Taf. XVIII. Fig. 9. und 10.) befestigte. So lange auf jeden Splint oder Schlüssel nur erst eine Strähne lag, hielt man das andere Ende des Schlüssels mit einem $6\frac{1}{2}$ Fufs langen Stück Seil fest, welches einen ähnlichen Biegel hatte, den man an die Strähne vermittelst einer Bindung von ausgeglühtem Drahte befestigte.

Die Strähne hatte auf diese Weise gleichsam zwei Arme von gleicher Länge, deren einer jedoch nur einstweilige Dienste that und hernach der zweiten Strähne seine Stelle einräumte.

Das Einbringen der ersten beiden Strähnen der Hängeseile und die Befestigung derselben an das Ankerseil auf dem andern Ufer hatten viele Schwierigkeiten. Einestheils mufste man die Strähnen anziehen, um die Senkung derselben über dem Thale zu vermindern: anderntheils war das andere Ende nicht blofs mit dem ersten Ankerseile schon verbunden, und konnte nicht nachgeben; desgleichen verkürzten sich die Ankerseile noch beträchtlich durch Drehungen, welchen sie so lange unterworfen blieben, als sie nicht alle zehn Strähnen eines Hängeseils zu tragen hatten. Diese Schwierigkeit nahm indessen bei dem Einbringen der vier andern Paare zu jedem Ankerseile gehöriger Strähnen ab.

Während des Aufbringens der 10 Strähnen jedes Ankerseils wurden die Reibungsrollen, sowohl auf den Portiken, als an den Brunnenmündungen, welche sich während des Aufbringens beständig bewegten, immer wieder in ihre gehörige Lage gebracht.

Man brachte zuerst die 40 Strähnen auf, aus welchen die beiden Hängeseile an der *einen* Seite der Brücke zusammengesetzt sind; dann auf dieselbe Weise die 40 Strähnen an der *andern* Seite der Brücke.

Es sind nirgends Keile zu Hülfe genommen worden: weder bei den Zusammenfügungen, noch bei den Schlüsseln oder Ankern. Gleichwohl ist die Senkung der Seile an der einen Seite der Brücke genau der an der andern gleich.

Ich bemerkte übrigens, wiewohl zu spät für die Abhülfe, zwei Übelstände, die das Aufrichten der Hängseile sehr erschwerten.

Erstlich nemlich war man, da die Reibungsrollen auf den Portiken nur 30½ Zoll lang waren, genöthigt, die Strähnen in zwei Reihen *auf* einander zu legen, was der Vertheilung und dem Gleiten derselben sehr hinderlich war. Die Rollen hätten 46 Zoll lang sein sollen. Dann konnten die 40 Strähnen, jede von 13¾ Zoll im Durchmesser, frei, eine *neben* die andere gelegt werden, und es war viel leichter, ihre Spannung zu reguliren.

Zweitens. Da die Ankerseile 3 Zoll 10 Linien im Durchmesser hatten, und ungemein unbiegsam waren, so war es sehr schwer, sie über die Rollen an den Brunnen-Mündungen zu bringen. Man hätte diesen

Übelstand vermindern können, wenn man die Hängeseile länger und die Ankerseile dagegen um eben so viel kürzer gemacht hätte, nemlich so, daſs beide nicht über sondern unter der Stelle vereinigt wurden, wo sich die Richtung des Seils ändert. Die 15¼ Zoll langen Cylinder hatten Raum genug, um die 10 Strähnen der Hängeseile aufzunehmen, und man vermied alsdann die gröſste Schwierigkeit, welche bei der Aufstellung der Brücke vorkam.

Nachdem alle Strähnen der Hängeseile aufgezogen worden waren, machten sie zwei 30½ Zoll lange Reihen Seile, 28¾ Fuſs von einander entfernt, aus. Die horizontale Tangente an den untersten Punct der Curve lag nun 5 Fuſs 5 Zoll hoch über der Grundfläche der Sockel.

31. Aufbringen der Sättel der hinuntergehenden Hängeseile und der Querbalken. Die einstweiligen Bindungen der 80 Strähnen der Hängeseile wurden nun, zunächst von den Ankerseilen an, bis dahin, wo die Sättel der hinuntergehenden Tragseile anfangen, und späterhin, so wie allmälig die hinuntergehenden Tragseile angebracht wurden, überall, auf die ganze Länge der Hängeseile weggenommen. Darauf wurden die sämmtlichen Drähte in zwei Theile getheilt, gleich den Ankerseilen in eine cylindrische Form vereinigt und vermittelst einer zusammenzuschraubenden Zwinge abgerundet. In dieser Gestalt wurden sie durch 6 Zoll lange Umwicklungen, aus ausgeglühtem Draht No. 14., erhalten. Der Durchmesser der runden Hängeseile betrug nun 5 bis 5⅓ Zoll.

Jedes, zwischen zwei Hängeseilen hinabgehende und an einen auf die Hängeseile sich stützenden Sattel befestigte Tragseil bekam unten einen Biegel zu tragen, der das Ende eines Querbalkens faſste.

32. Aufstellung der Brückenbahn. Man legte zuerst den nächsten Querbalken am Ufer, und befestigte ihn in die beiden Biegel, welche an den Ringen an den Enden der beiden correspondirenden Tragseile hingen. Nachdem dieser Querbalken an seiner Stelle hing, schob man über denselben eine Reihe Bohlen zu einem Gerüst hinaus, vermittelst dessen man den zweiten Querbalken, 4 Fuſs weiter hin, an die beiden folgenden Seile anhängen konnte. Das Gerüst wurde darauf über den zweiten Querbalken weiter vorgeschoben, um den dritten anhängen zu können; und so weiter, die ganze Brückenbahn entlang.

So wie man mit den Querbalken vorrückte, legte man über dieselben, nach der Länge der Brückenbahn, zwei Reihen Bohlen, und quer über dieselben, aus den zur Sohle des Brückenbelages bestimmten Bohlen, eine zusammenhängende Bahn. Auf diese höchst einfache Weise wurde innerhalb 60 Arbeitsstunden eine volle Bahn, von 15 Fuſs breit und 784 Fuſs lang, hergestellt. Eine Stunde, nachdem der letzte Querbalken gelegt war, hatten schon mehr als 300 Freyburger Einwohner und Fremde die Brücke passirt.

Die verschiedenen Theile der Brückenbahn sind in folgender Aufeinanderfolge aufgestellt worden. Zunächst die äuſsern Längbalken, auf welche das Geländer gesetzt und darauf festgebolzt wurde; hierauf die innern Längbalken, welche auf die Querbalken vermittelst der Biegel aufgeschraubt wurden; und dann die Fuſspfade.

Die Fuſspfade konnten nur auf die Längbalken festgenagelt werden und so lange zur Passage dienen, bis die beiden Beläge der Fahrbahn fertig waren. Um die Fahrbahn legen zu können, wurde ein Theil des oben gedachten vorläufigen Belages wieder aufgenommen. Die Bohlen des Unterbelags wurde auf die Querbalken festgenagelt, und dann auf diese Bohlen die Sohle.

So wie die verschiedenen Holzstücke gelegt wurden, bestrich man mit heiſsen Theer alle die Stellen derselben, welche nachher verdeckt blieben; auch legte man auf alle äuſsern Flächen der Quer- und Längbalken, so wie in alle Fugen, in siedenden Theer getauchte Pappe.

Eine Abwägung nach dem Legen der Brückenbahn ergab, daſs die Senkung der Hängeseile, die vorher 58 Fuſs $11\frac{1}{3}$ Zoll gewesen war, bis auf 61 Fuſs $5\frac{1}{3}$ Zoll, also durch die Last der Brückenbahn um 2 Fuſs 6 Zoll zugenommen hatte.

Der Abhang der Bahn, von ihrem Anfange bis zu ihrer Mitte, also auf 392 Fuſs lang, beträgt 2 Fuſs 4 Zoll, oder etwa 1 auf 170. Diese Abwägung ist bei einer Temperatur von 12 Grad Réaum. im Schatten gemacht worden.

Wenn das Holzwerk ganz trocken sein wird, etwa im nächsten Sommer, werde ich die übrige Fläche desselben betheeren und die Geländer mit Ölfarbe anstreichen lassen.

33. *Regulirung der hinuntergehenden Tragseile.* Nachdem die Querbalken gelegt waren, bemerkte man, daſs die Hängeseile-Paare an beiden Seiten nicht in ihrer ganzen Länge parallel waren. Das eine Seil war an dem einen Ende tiefer, an dem andern höher als das andere. Meines Erachtens rührte diese Abweichung vom Parallelismus von der Drehung der Fäden beim Verfertigen der Seile her, welche wegzuschaffen eine weit stärkere Kraft nöthig ist, als an den Hängseilen zieht. In der That, wenn man sich einen eisernen Draht vorstellt, der, in der Vereinigung der Drähte, eine ganze Drehung gemacht hat, und man zieht allmählig das Ende des Drahts an: so wird man finden, daſs der Draht, so lange er nicht wenigstens mehr als die Hälfte des Gewichts zu tragen hat, unter welchem er zerreiſst, noch nicht gerade ist, sondern noch einen Theil seiner Krümmung oder Drehung besitzt. Es sollen nun aber die Seile, selbst bei der Prüfung der Brücke, noch nicht den dritten Theil der Last zu tragen bekommen, unter welcher sie zerreiſsen würden: um so mehr also ist die Last, welche sie gewöhnlich zu tragen haben, und welche noch nicht den vierten oder fünften Theil beträgt, weit entfernt, sie von aller Drehung zu befreien. Die starke Sonnenhitze begünstigt ebenfalls die Neigung der Seile, sich zu drehen.

Um indesen die Wirkung der Drehung zu vermindern und die Seile zum Parallelismus zu bringen, waren drei Arbeiter, jeder mit einem $9\frac{1}{2}$ Fuſs langen eisernen Hebel, hinreichend. Die Seile wurden darauf vermittelst einer einfachen Bindung mit zwei Drähten No. 18., welche, nach der Umwindung längs einem heruntergehenden Tragseile auslaufend, um beide Seile gingen und das höhere herunterzogen, im Parallelismus erhalten.

34. *Mittel zur Erhaltung des Eisens.* Nachdem die Brückenbahn aufgestellt war, war es noch leichter, die Seile mit einer letzten Lage präparirten Öls zu überziehen, welche in das Innere derselben dringen und alle Theile bedecken konnte. Man strich auch die Sättel, die Biegel, die Tragseile und Ankerseile durchweg von auſsen an.

Wenn alle Bindungen an ihrer Stelle sein werden, so werden die Hängeseile schlieſslich noch mit Öl und Bleiweiſs weiſs angestrichen werden, welcher Anstrich dann vollends alle Zwischenräume füllen wird. Die weiſse Farbe wird dienen, sowohl jede Spur von Oxydation, die sich etwa zeigen möchte, sogleich sichtbar zu machen, als auch die Wirkung

der Sonnenstrahlen zu schwächen. Wie schon seit dem Aufrichten der Brücke geschehen, wird man fortfahren, auf diejenigen Theile der Seile, welche auf den Reibungsrollen auf den Portiken und an den Brunnen-Mündungen aufruhen, reichlich siedendes Oliven-Öl zu gießen.

Um die Ankerseile in den Brunnen gegen die Oxydation zu schützen, hat man die Röhren, in welchen sie sich befinden, ganz mit einem Teige von gelöschtem fetten Kalke gefüllt; von welchem also die Seile **umgeben** sind.

Um sich jedes Jahr von dem Zustande der Ankerseile überzeugen zu können, habe ich neben dieselben, in die Röhren, in welchen sie sich befinden, zwei eiserne Drähte von 10 und mehre Fuſs lang gesteckt, und von jedem ein Stück zurückbehalten. Jedes Jahr kann man einen oder mehrere dieser Fäden herausziehen und sie mit dem Probe-Faden vergleichen.

Sobald ich beschlossen hatte, die Ankerseile von Eisendraht zu machen, habe ich, in ähnlicher Lage wie die der Ankerseile, Eisendrahtseile in einen Teig von gelöschtem fetten Kalke versenkt. Als ich dieselben nach zwei Jahren wieder herauszog, waren sie in so gutem Zustande, wie im Augenblick des Einlegens. Bei einer Prüfung ihrer Festigkeit war kein Unterschied zwischen ihnen und den zurückbehaltenen Probeseilen zu bemerken. Ich habe auch Stücke geschmiedeten Eisens, gefeilt und polirt, in reines, oder mit dem vierten Theile süſsen Wassers gemischtes Kalkwasser, ferner in Kalkmilch und in Kalkteige von verschiedener Consistenz gelegt, so wie in Pulver von gelöschtem Kalk. Alle diese Stücke waren, als man sie nach Ablauf von einem bis anderthalb Jahre herausnahm, in vollkommen gutem Zustande. [So lange der Kalk die Kohlensäure absorbirt, kann freilich das Eisen nicht rosten. Aber wenn er damit, nach längerer Zeit, gesättiget ist, hört die Wirksamkeit des Schutzmittels auf. D. H.]

35. Eröffnung der Brücke. Am 23. August (1835?) wurde die Passage über die Brücke für Fuſsgänger, und am 8ten October für die schwersten Fuhrwerke eröffnet.

36. Prüfung der Brücke durch bewegte Lasten. Am 15. October wurde die Brücke amtlich einer Prüfung durch bewegte Lasten unterworfen. Es passirten zu dem Ende 12 Geschützstücke, von gro-

dem Caliber, mit 50 Pferden bespannt, nebst etwa 300 Menschen, die Brücke auf einmal. Man belud nach und nach alle Theile der Brückenbahn mit so viel Artillerie und Menschen, als darauf nur Raum fanden. Die Hin- und Herbewegung dauerte länger als eine Stunde. Nach dieser Prüfung, während welcher keine merkliche Schwankung sichtbar war, obgleich sich die Brückenbahn, an dem Puncte, wo sie gerade am stärksten beladen war, zuweilen über 3 Fufs (1 Meter) tief senkte, untersuchte man aufmerksam alle verschiedenen Theile des Werks. Es fand sich, weder an dem Holzwerke, noch an dem Eisen und Mauerwerke die geringste Veränderung.

Am 19. October, bei Gelegenheit der Einweihung der Brücke durch die Landesbehörden, befanden sich etwa 2000 Menschen zugleich auf der Brücke, und marschirten, in Procession, mit militairischer Musik und Trommeln, Schritt haltend, zweimal hinüber. Hierbei schwankte die Brücke allmälig bis $15\frac{1}{4}$ Zoll von der Seite. [Aber es kann kommen, dafs 5 bis 6000 Menschen zugleich, im Gedränge, über die Brücke eilen. D. H.]

Es ist nicht wahrscheinlich, und selbst nicht möglich, dafs die Brücke, in ihrem gewöhnlichen Dienste, eine solche Probe auszuhalten haben werde.

Am andern Tage marschirten noch einmal 300 Mann, in Reihe und Glied, mit militairischer Musik, in Gegenwart eines französischen Ingenieurs, zweimal im Schritt über die Brücke. Die horizontale Schwankung war wieder fühlbar, wiewohl schwächer als den Tag zuvor.

Ich habe übrigens die Absicht, noch an jeder Seite der Brückenbahn, an mehrere Querbalken Seile befestigen zu lassen, welche horizontal nach den Ufern laufen und rechts und links von den Portiken, so weit als möglich von denselben, dort befestigt werden sollen.

Die Hängebrücke von Menai, welche die Insel Anglesea mit den Ufern von England verbindet, und welche, wenn ich nicht irre, 534 Fufs Öffnung hat, überspannte bis jetzt den weitesten Raum, ohne Mittelpfeiler. Die Freiburger Brücke beweiset durch die That, dafs es möglich ist, weiter zu gehen; und wahrscheinlich ist auch die Spannung dieser Brücke noch nicht an der erreichbaren Grenze.

Es war einiger Muth nöthig, um, ohne vorgängiges Beispiel, ein Werk auf eigene Verantwortlichkeit zu unternehmen, dessen Erfolg von sehr verdienstvollen Leuten in Zweifel gezogen worden war.

Der Erbauer der Freyburger Brücke ist für seine Bemühungen durch die ehrendsten Bezeigungen von Interesse und Anerkennung belohnt worden. Er hat außerdem die Genugthuung gehabt, daſs kein Menschenleben bei diesem Bau geopfert worden, und daſs sogar nicht einmal ein Unfall von einiger Bedeutung dabei vorgekommen ist: ein in der Geschichte der Erbauung so wichtiger und gewagter Werke in der That seltener Umstand.

[Der Herr Verfasser sagt bescheidentlich, er meine, es habe einiger Muth dazu gehört, den Bau dieser Brücke, ohne vorgängiges Beispiel, auf eigene Verantwortlichkeit zu unternehmen. Es läſst sich aber wohl sagen, daſs dazu in der That sehr groſser Muth gehörte. Jedermann zollt dafür dem Herrn Erbauer gewiſs die gröſste Bewundrung; auch wird ohne Zweifel jeder Techniker finden, daſs die Mittel, welche der Herr Erbauer ins Werk gerichtet hat, in hohem Grade sinnreich waren, und daſs Alles, im Ganzen, wie im Einzelnen, mit groſser technischer Einsicht angeordnet und ausgeführt worden ist.

Ferner würde wahrscheinlich, und vielleicht gewiſs, die groſse Mehrzahl der Architekten, hier in dem gegenwärtigen Falle, eine Hängebrücke ganz an ihrem Ort und die Gelegenheit erwünscht gefunden haben, ein kühnes und bewundernswürdiges Bauwerk aufzustellen. Nur die kleinere Zahl von Architekten würde diese letzte Meinung nicht getheilt haben. Der Herausgeber dieses Journals erlaubt sich, da es in technischen Dingen gestattet ist, frei seine Meinung zu sagen, zu äuſsern, daſs er zu jener kleinern Zahl von Architekten gehört haben würde. Er würde, aus eigener Wahl, hier keine Hängebrücke gebaut haben. Denn die unausweichliche Nothwendigkeit, zu einer solchen Art von Brücken seine Zuflucht zu nehmen, auf die Weise, wie sie z. B. bei Menai, über den Meeresarm, Statt findet, scheint ihm hier nicht vorhanden zu sein, und nur die *ganz unausweichliche Nothwendigkeit* würde den Herausgeber jemals bewegen können, eine Hängebrücke zu bauen. Er würde, ganz einfach, etwa auf die Weise, wie es durch punctirte Linien in Taf. XVII. Fig. 1. und 2. angedeutet ist, quer durch das Thal einen Damm von Erde geschüttet und darauf eine von Geländern eingefaſste Chaussée, oder ein Pflaster gelegt haben. Falls der Sarine-Fluſs das Thal nicht etwa über 30 Fuſs

hoch über den tiefsten Stand ausfällt, würde wohl eine Brücke mit einem Bogen über den Fluss hinlänglich gewesen sein. Sollte das Wasser höher, etwa 40, 50 bis 60 Fuss hoch steigen, was wenig wahrscheinlich ist, so konnten 2, 3 oder 4 Bogen gemacht werden.

Da eine Angabe der dortigen Preise der Bau-Materialien und des Arbeitslohnes nicht vorliegt, so lassen sich die Kosten, welche der Damm, mit steinerner Brücke, erfordert haben würde, hier zwar nicht näher berechnen. Nimmt man aber mittlere Preise an, z. B. 15 Rthlr. für die Schachtruthe Mauerwerk von Bruchsteinen, 50 Rthlr. für die Schachtruthe Mauerwerk von Werkstücken, und 1 Rthlr. für die Schachtruthe Erde, welches letztere, wenn die Erde auf Schienen transportirt wird, gewiss sehr reichlich ist, da die Erde von dem Berge auf dem rechten Ufer nahebei zu haben und nur bergab zu transportiren war: so würden die Kosten des Dammes, mit einer einzelnen, gewölbten Brücke, die wahrscheinlich hinreichend war, ungefähr folgende gewesen sein.

Für 480 Schachtruthen Mauerwerk von Werkstücken, zu den Gewölben der Brücke, zu 50 Rthlr., ...	24 000 Rthlr.
Für 5460 Schachtruthen Mauerwerk von Bruchsteinen, zu den Fundamenten, Widerlagen, Stirn- und Flügelmauern, und zu der Hintermauerung des Gewölbes, zu 15 Rthlr.,	81 900 -
Für 57240 Schachtruthen Erde zum Damm, zu 1 Rthlr.,	57 240 -
Für 100 Ruthen Chaussée oder Pflaster, mit Geländer, zu 36 Rthlr., ...	3 600 -
Für Gerüste zum Gewölbe und zum Erd-Transport . .	10 000 -
Zusammen	176 740 Rthlr.

Nach der Notiz in dem vorigen, 9. Bande dieses Journals S. 50 hat die Hängebrücke etwa 160 000 Rthlr. gekostet. Die Kosten des Dammes, mit der steinernen Brücke, würden also nur wenig, und vielleicht gar nicht höher gewesen sein, eigentlich aber, auf die Dauer gerechnet, entschieden sogar bedeutend geringer, da der Damm fast gar keine, die Hängebrücke dagegen, mit dem hölzernen Belage, beständig fortdaurende und gar nicht unbedeutende Erhaltungskosten erfordert. Vielleicht würde der Bau des Dammes etwas mehr Zeit erfordert haben: aber darauf konnte es nicht ankommen, da so viele Jahrhunderte lang gar keine, der neuen ähnliche Passage über das Thal vorhanden gewesen ist.

Der Herausgeber würde den Damm, mit der steinernen Brücke, auch selbst dann noch, wenn ja mehrere Brückenbogen, und also höhere Anlage-Kosten nöthig gewesen wären, deshalb gewählt haben, weil dieser Damm über alle Zweifel, und auf alle kommenden Zeiten hinaus, fest und sicher ist. Die Hängebrücke kann immer nur so lange mit Sicherheit halten, als das Eisen hält, oder, wenn man will, nur so lange, als bei der steten Erneuerung des Anstrichs nie das Geringste und nicht an der kleinsten Stelle der Tragseile versäumt wird: der Damm dagegen, mit der steinernen Brücke, einmal gehörig gemacht, würde beinahe so fest stehen, als die Erde selbst und ihre Felsen.

Berlin, im October 1836.]

14.

Practische Abhandlung über Dampfwagen auf Eisenbahnen.

(Vom Herrn Chev. *F. M. G. de Pambour.*)

(Fortsetzung von No. 2. Heft 1., No. 9. Heft 2. und No. 11. Heft 3. dieses Bandes.)

Fünftes Capitel.

Allgemeine Theorie der Bewegung der Dampfwagen.

Abschnitt I.

Von der Geschwindigkeit der Kolben.

§. 45.

Man pflegt beim Berechnen der Wirkung der Dampfmaschinen, das heifst der Bewegung der Kolben gegen einen bestimmten Widerstand, bei zwei Daten stehen zu bleiben: bei der Spannung des Dampfes im Kessel, und bei dem Widerstande der Ladung gegen den Kolben, die erste als die Kraft der Maschine, den anderen als die von ihr zu überwindende Last betrachtend.

Dieses Verfahren scheint zwar beim ersten Anblick richtig zu sein und alles Nöthige zu berücksichtigen; aber man wird einen Irrthum bemerken, sobald man die gefundenen Resultate auf Versuche anwendet und dann Abweichungen von der Wirklichkeit sieht.

Besonders wenn man die Resultate auf fortrückende Dampfmaschinen oder Dampfwagen anwendet, um die Ladung zu finden, die sie mit einer bestimmten Geschwindigkeit fortzuschaffen vermögen, wird sich zeigen, dafs sie etwas Widersprechendes geben.

Die Ursach davon liegt darin, dafs nicht die Spannung des Dampfes im Kessel allein die Kraft der Maschine bestimmt. Sie bestimmt solche

Kraft nur für diesen oder jenen Zeitmoment. Die Bestimmung ist richtig und ausreichend, wenn es, für den Fall des Gleichgewichts, auf die Vergleichung der Kraft mit der Last in diesem oder jenem Moment ankommt, aber nicht für die fortdauernde, veränderliche Bewegung, wie in anderen Fällen bei den Maschinen. Beim Gleichgewicht wird die Kraft durch die Masse bestimmt, auf welche sie wirkt; aber bei der Bewegung kommt es auch noch auf die der Masse beigebrachte Geschwindigkeit an. Mit andern Worten: die Kraft wird ausgedrückt durch ihre eigene Intensität und die Geschwindigkeit, mit welcher sie diese Intensität aufrecht zu erhalten vermag. So ist es auch hier. Die Dampfspannung im Kessel giebt die Ladung, welcher sie das Gleichgewicht hält: aber die Geschwindigkeit der Dampf-Erzeugung giebt die Bewegung, welche die Maschine der Masse der Ladung beizubringen vermag.

In der That ist es klar, daſs die Kraft der Maschine zugleich auf der gröſsern oder geringern Menge des erzeugten Dampfs und auf dessen Spannung beruht. Die Wirkung der Maschine hängt also einerseits von der Menge des Wassers ab, welches sie in einer bestimmten Zeit, z. B. in einer Minute, in Dampf zu verwandeln vermag, und welche Wassermenge die Dampf-Erzeugungskraft der Maschine bestimmt, und anderntheils von der Spannung des erzeugten Dampfes.

Die Spannung des Dampfes bestimmt also die Intensität der Kraft bloſs in dem Augenblicke, wo sie gemessen wird, und folglich nur dann die Kraft selbst, wenn die Bewegung nicht fortdauert, und also ihre Gröſse nicht zu messen ist. Anders ist es bei der Fortdauer der Bewegung.

Wenn man Versuche mit einem Dampfwagen macht, wird es immer, so schwach auch die Dampf-Erzeugungskraft der Maschine sein mag, möglich sein, den Kessel, wenn man das Sicherheitsventil mit 50 Pfd. Druck auf den Quadratzoll belastet, mit Dampf zu füllen, der eben diese Spannung hat. Wenn man nun dem Dampfwagen 100 Tonnen Last zu ziehen giebt, und der Widerstand, der aus dieser Ladung auf den Quadratzoll des Kolbens entsteht, beträgt, mit Einschluſs des Drucks der Luft, 46 Pfd.: wird man deshalb sagen können, der Dampfwagen werde die Ladung nothwendig mit einer bestimmten Geschwindigkeit, die bloſs von dem Verhältnisse der Dampfspannung zu dem Widerstande der Kolben abhänge, fortschaffen müssen? Gewiſs nicht! Denn, gesetzt die Maschine

vermöchte in jeder Minute einen Cubikfuſs Wasser in Dampf von der bestimmten Spannung zu verwandeln, und es sei diese Dampf-Erzeugung für die bestimmte Geschwindigkeit zureichend: so wird gleichwohl, wenn alles übrige das nemliche bleibt, und die Maschine erzeugt jetzt nur halb so viel Dampf, der Cylinder dann auch nur halb so oft mit Dampf gefüllt werden können; folglich wird, obgleich der Dampf im Kessel die nemliche Spannung hat, wie zuvor, die Geschwindigkeit der Fortbewegung, mit der nemlichen Ladung, doch nur noch halb so groſs sein, als vorhin. Es folgt also, daſs weder die Spannung des Dampfes im Kessel, noch das Beharren derselben während der Bewegung allein, zur Bestimmung der Kraft der Maschine hinreichen. Es kommt auch auf die Dampf-Erzeugungskraft an.

Erst wenn man, nach der Analogie mit andern versuchten Dampfkesseln, und durch Vergleichung der Heitzflächen, die Masse des Dampfes von bestimmter Spannung gefunden hat, welche die Maschine, z. B., in einer Minute, zu erzeugen vermag, ergiebt sich eine vollständige Schätzung der Kraft der Maschine, mit welcher sie zu wirken vermag. Erst nachdem man den Kessel der Maschine mit Wasser gefüllt, ein Feuer darunter angeschürt hat, so kräftig, wie es bei dem gewöhnlichen Gange der Maschine würde sein müssen, und dann die Dampf erzeugende Kraft der Maschine beobachtet worden ist, wird man ihre wirkende Kraft mit dem so erprobten Kessel finden. Die Spannung des Dampfes im Kessel für sich allein kann nur den einen Theil der Frage beantworten; nemlich den nach der gröſsten Ladung, welche man der Maschine zu ziehen geben darf. Diese Ladung wird dadurch bestimmt, daſs der Widerstand gegen den Kolben nicht gröſser sein darf, als die Spannung des Dampfes im Kessel, weil sonst gar keine Bewegung Statt finden würde. [Und zwar mit Rücksicht auf die Wirkung der Kurbel. D. H.] Sobald es aber auf die Geschwindigkeit der Bewegung ankommt, ist die Gröſse der Spannung allein nicht hinreichend, sondern es kommt auch auf die Gröſse der Dampf-Erzeugung an. Die gröſste Ladung wird durch die Spannung des Dampfes bestimmt: die gröſste Geschwindigkeit durch die Dampf erzeugende Kraft der Maschine. Nur beides zusammen vermag die Schätzung der Wirkung der Maschine zu geben.

Wir müssen also dreierlei untersuchen: erstlich den Widerstand einer gegebenen Ladung gegen den Kolben; zweitens die diesem Wider-

stande angemessene Spannung des Dampfes im Cylinder, und drittens die durch Versuche zu ermittelnde Dampf erzeugende Kraft der Maschine.

Nachdem dieses geschehen, wird sich die Wirkung eines Dampfwagens durch Vergleichung der für die gegebene Ladung erforderlichen Zugkraft, die die Spannung des Dampfes bestimmt, mit der Kraftmasse der Maschine, nemlich mit ihrer Dampf-Erzeugungskraft, berechnen lassen.

Abschnitt II.

Von dem Widerstande der Kolben im Verhältnisse zu einer bestimmten Zugkraft.

§. 46.

Wir haben bereits auseinandergesetzt, daſs, wenn ein Dampfwagen eine Last fortziehen soll, der gesammte Widerstand gegen die Bewegung aus folgenden Theilen besteht:

Erstlich aus dem Widerstande der Last [nemlich der Reibung der Wagenräder auf den Schienen und der Achsen in den Zapfenlagern etc. D. H.];

Zweitens aus dem Widerstande [der Reibung] des Dampfwagens selbst;

Drittens aus dem Druck der Luft [auf die Kolben].

Eben so ist die Wirkung des Dampfes nicht seine wirksame sondern seine gesammte Spannung.

Bei den bisherigen Berechnungen hatten wir bloſs die Kraft mit dem Widerstande für den Fall des Gleichgewichts zu vergleichen; auſser Verbindung mit den übrigen Umständen. Wir konnten also auf beiden Seiten gleiche Gröſsen weglassen; das heiſst, es war nur nöthig, den wirklichen Druck gegen den wirklichen Widerstand zu halten. Jetzt dagegen, wo wir den Dampf mit Rücksicht auf seine Ausdehnung in Betracht ziehen sollen, welche Ausdehnung durch seine gesammte Kraft bestimmt wird, muſs der Ausdruck dieser elastischen Kraft eben sowohl, als alles was sich auf die widerstehende Kraft bezieht, in Rechnung gebracht werden.

Von den drei Widerständen gegen die Kolben: dem der Ladung, dem des Dampfwagens selbst, und dem des Drucks der Luft, wirkt der letzte unmittelbar und direct auf die Kolben. Er muſs daher auch mit der Geschwindigkeit des Kolbens selbst überwunden werden. Anders dagegen ist es mit den beiden andern Widerständen. Wir sahen schon,

daſs der Druck bei Maschinen auf verschiedene Puncte sich umgekehrt verhält wie die Geschwindigkeit dieser Puncte [nemlich der statische Widerstand, oder der Widerstand im Beharrungsstande. Dieser verhält sich umgekehrt wie die Hebelsarme, und folglich wie die Geschwindigkeit. D. H.] Hier soll sich die Ladung mit einer gröſsern Geschwindigkeit bewegen als der Kolben, und zwar in dem Verhältnisse des Umfangs der Wagentriebräder zu der doppelten Länge des Kolbenlaufs. Der Druck auf den Kolben, welcher von dem Widerstande der Ladung und des Dampfwagens selbst herrührt, verhält sich also zu dem Widerstande selbst, wie die Geschwindigkeit des Rad-Umfanges zu der Geschwindigkeit des Kolbens.

[Hier möchte Einiges zu bemerken sein. Zuerst nemlich hat die Geschwindigkeit des Kolbens zu der Geschwindigkeit des Rad-Umfanges durchaus kein constantes Verhältniſs. Die letzte ist gleichförmig, oder doch fast gleichförmig; die erste bei weitem nicht: sie ist Null, wenn die Kurbel in der Richtung der Bläuelstange liegt, wächst von da, bis dahin wo die Kurbel mit der Bläuelstange einen rechten Winkel macht, nimmt darauf wieder bis Null ab u. s. w. Man kann bloſs sagen, der Druck auf den Kolben verhalte sich, gleichsam im Durchschnitt, zu dem Widerstande am Umfange des Rades, wie dieser Rad-Umfang zum doppelten Kolbenlaufe. Aber auch das ist nur dann der Fall, wenn der Druck auf den mit veränderlicher Geschwindigkeit sich bewegenden Kolben wirklich constant ist, und wenn vorausgesetzt wird, daſs sich die Bewegung der Kurbel im Beharrungsstande befinde, nemlich, daſs die Kurbel, in jeder bestimmten Lage gegen die Bläuelstange, bei jedem neuen Umlaufe immer wieder die nemliche Geschwindigkeit habe, oder, was dasselbe ist, daſs die Geschwindigkeit der Last entweder ganz constant, oder doch, auf ähnliche Weise, im Beharrungsstande sei.

Sodann scheint zwar unmittelbar zu folgen, daſs sich ein constanter Druck auf den Kolben zu dem Widerstande am Umfange des Rades wie dieser Umfang zu dem doppelten Kolbenhube verhalte, weil die Ladung, und folglich jeder Punct des Rad-Umfanges um diesen Umfang fortrückt, während der Kolben zweimal seine Bahn durchläuft, und im allgemeinen die Last zur Kraft sich umgekehrt verhält, wie die durchlaufenen Wege. Da aber hier veränderliche Geschwindigkeiten vorkommen, jedenfalls bei der Kurbel, so kommt auch der dynamische

Widerstand oder die Kraft in Betracht, welche nöthig ist, die Trägheit der Masse zu überwinden, und es mufs untersucht werden, welchen Einflufs dieselbe auf das Resultat hat. Diese Untersuchung ergiebt nun allerdings, dafs die Kraft, welche nöthig ist, die träge Masse in Bewegung zu setzen, wiederum durch das Beharren derselben in der Bewegung gewonnen wird, und dafs es sich mit dem Resultate wirklich so verhält, als wären alle Geschwindigkeiten gleichförmig, dafs also der gleichförmige Druck auf den Kolben zu dem gleichförmigen Widerstande der Ladung wirklich so sich verhät, wie der Rad-Umfang zu dem doppelten Kolbenlaufe; allein der Beweis ist jedenfalls nöthig, und sein Ergebnifs wird hier blofs vorausgesetzt.

Die Voraussetzung im Text ist völlig richtig, in so fern der *Druck* des Dampfes auf den Kolben constant angenommen wird. Mit diesem letzten Umstande möchte es sich nun freilich streng genommen anders verhalten, weil, wenn auch die Heitzung constant angenommen wird, die Spannung des Dampfes von seinem wegen des Fortrückens des Kolbens veränderlichen Volumen und von der Dampf-Erzeugung abhängt, und mithin der Druck auf den Kolben nicht constant sein kann. Indessen würde sich die Veränderlichkeit des Drucks auf den Kolben schon ohne Hypothesen nicht in Rechnung bringen lassen. Man würde zwar interessante analytische Rechnungen erhalten, aber doch nichts Zuverlässiges; daher der Herr Verfasser denn auch wohl am besten that, bei der einfachsten Hypothese, der Unveränderlichkeit des Drucks auf den Kolben, stehen zu bleiben. D. H.]

Es sei nun M das Gewicht der Lastwagen und des Munitionswagens, und nM der Widerstand dieses Gewichts. Ferner sei F die Reibung des Dampfwagen selbst, und δM die mit der Ladung im Verhältnifs stehende Vermehrung dieser Reibung, so ist der gesammte Widerstand

$$1. \quad F + \delta M + nM.$$

Dieser Widerstand setzt sich der Maschine längs den Schienen entgegen.

Der daraus entstehende Widerstand verhält sich zu jenem, wie der Umfang des Wagentriebrades zu der doppelten Länge des Kolbenlaufs. Wenn also D den Durchmesser des Rades, l den Kolbenhub und π das Verhältnifs des Umfanges eines Kreises zu seinem Durchmesser bezeichnet, so ist der von der Reibung der Ladung und des Dampfwagens

herrührende Widerstand gegen den Kolben

$$2. \quad \frac{\pi D}{2l}(F + \delta M + nM).$$

Ist ferner d der Durchmesser des Dampfcylinders, so ist $\frac{1}{2}\pi d^2$ die Fläche der beiden Kolben. Also ist $\frac{\pi D}{2l} \cdot \frac{(F + \delta M + nM)}{\frac{1}{2}\pi d^2}$ oder

$$3. \quad \frac{D}{d^2 l} F + \delta M + nM)$$

der Druck auf die Einheit der Fläche des Kolbens.

Rechnet man hiezu noch den Druck ϱ der Atmosphäre auf die Einheit der Fläche, so ergiebt sich

$$4. \quad \frac{D}{d^2 l}(F + \delta M + nM) + \varrho = R$$

für den gesammten Widerstand gegen die Einheit der Kolbenfläche.

Man kann hier F, M und ϱ in Pfunden und D, d, l in Zollen ausdrücken. Die Coefficienten n und δ sind $\frac{1}{280}$ und $\frac{1}{2240}$. Alsdann ergiebt sich R in Pfunden. [Der Herr Verfasser nimmt M in Tonnen an, und setzt dann $n = 8$ Pfd. und $\delta = 1$ Pfd. Auch bemerkt er, daſs man D, l und d in Fuſsen ausdrücken könne. Das Resultat ist offenbar das nemliche. D. H.]

Es sei z. B. die Ladung $M = 224000$ Pfd. Engl. (100 Tonnen), der Durchmesser der Dampfcylinder $d = 11$ Zoll, der Kolbenhub $l = 16$ Zoll, der Durchmesser des Wagentriebrades $D = 60$ Zoll, die Reibung des Dampfwagens $F = 110$ Pfd., der Druck der Luft auf 1 Quadratzoll 14,7 Pfd. [alles Englisches Maaſs und Gewicht]: alsdann giebt die Formel (4.) [die Berechnung des Originals abgekürzt]:

$$R = \frac{60}{11^2 . 16}\left(110 + \frac{224000}{2240} + \frac{224000}{280}\right) + 14{,}7 = 46 \text{ Pfd. Engl. oder}$$

47,21 Pfd. Preuſs. auf den Preuſs. Quadratzoll.

Abschnitt III.

Von der Spannung des Dampfes in den Cylindern.

§. 47.

Nachdem der Widerstand des Kolbens gefunden ist, läſst sich daraus der Druck des Dampfes in dem Augenblick seiner Wirkung, als bewegende Kraft in den Cylindern, ableiten. Wir müssen zu dem Ende betrachten, was während der Bewegung geschieht.

Der Dampf, anfänglich in dem Kessel eingeschlossen und bis zu einem gewissen Grade gespannt, begiebt sich in die Dampfröhren und aus diesen in die Cylinder. So wie er in den Cylindern angelangt ist, die etwa 10 mal so viel Raum enthalten als die Dampfröhren, muſs er sich nothwendig ausdehnen, und verliert also verhältniſsmäſsig an Spannung. Während dessen ist der Kolben noch unbeweglich. Nun aber strömt der Dampf schnell zu, und bald ist das Gleichgewicht im Kessel und in dem Cylinder hergestellt. [Der Dampf verliert wegen des um den Raum des Cylinders und der Röhre vergröſserten Volumens so lange an Spannung, bis die Spannung durch die fortdauernde Dampf-Erzeugung hergestellt ist. D. H.] Die Spannung ist alsdann in den beiden Räumen gleich stark, und der Kolben, vom Dampf getrieben, fängt an, allmälig in Bewegung zu kommen. Die Bewegung theilt sich der Maschine und dem ganzen Wagenzuge mit, und die gesammte Masse nimmt eine gewisse Geschwindigkeit an. Die erlangte Geschwindigkeit dauert ein wenig länger fort, als die wirkende Kraft, welche sie hervorgebracht hat, und die Folge davon ist, daſs der Dampf den Kolben bei seinem nächsten Laufe schon in einiger rückgängigen Bewegung antrifft, wenn er auf denselben zu wirken anfängt; welche neue Wirkung dann der gesammten Masse wieder einen neuen Trieb giebt und denselben also vergröſsert. So wird die Bewegung der Kolben durch den immer erneuten Trieb, der erfolgt, während der vorhergehende noch wirksam ist, allmälig beschleunigt, und dies so lange, bis die gesammte Masse die volle Geschwindigkeit erlangt hat, welche die Maschine ihr mitzutheilen im Stande ist.

Wir sagten, daſs beim Anfange der Bewegung das Gleichgewicht der Spannung zwischen dem Kessel und den Cylindern hergestellt werde. Aber, so wie die Geschwindigkeit des Kolbens zunimmt, weicht derselbe auch wohl schneller aus, als der Dampf, das Gleichgewicht herstellend, nachfolgen kann, so daſs der Druck auf den Kolben nothwendig abnehmen muſs.

Gleichwohl haben die Zunahme und die Abnahme des Drucks ihre Grenzen. Man findet bei der Beobachtung, daſs die anfänglich geringe Geschwindigkeit jeder Maschine immer nur bis auf eine gewisse Grenze zunimmt, welche sie nie überschreitet, weil die bewegende Kraft der zu bewegenden Masse keine gröſsere Geschwindigkeit zu geben vermag. Wenn die Maschine gehörig eingerichtet ist, und ein Schwungrad hat, so bleibt

dann die einmal erlangte Geschwindigkeit unverändert, die Wirkung der bewegenden Kraft mag constant sein, oder zwischen gröſseren Grenzen schwanken; und die Bewegung wird vollkommen gleichförmig. [Nemlich periodisch gleichförmig. D. H.]

Bei dem Dampffuhrwerke vertritt die groſse, in Bewegung gesetzte Masse die Stelle des Schwungrades. Die Masse empfängt und spart gleichsam die Geschwindigkeit auf, welche die bewegende Kraft in dem Moment ihrer stärksten Wirkung hervorbrachte, und hilft damit wieder aus, so wie die Wirkung der Kraft abnimmt. Da aber die Geschwindigkeit der groſsen Masse nicht so schnell ab- und zunehmen kann, wie es mit der Wirkung der Kraft geschieht, so wird die Bewegung gleichförmig. [In diesem Sinne freilich nur beinahe. D. H.]

Diejenigen Theile der Maschine, welche, wie z. B. die Kolben, nothwendig nur veränderliche, ab- und zunehmende Geschwindigkeiten haben können, gelangen zu der Regelmäſsigkeit der Bewegung dadurch, daſs die Bewegung periodisch wird, und daſs in jedem Momente der Oscillationen die Geschwindigkeit während des einen Laufs gerade so groſs ist, als während des andern. So ist denn hier die Bewegung, wenn man die Dauer einer Oscillation zur Zeit-Einheit annimmt, gleichförmig.

Sobald die Bewegung auf solche Weise zur Gleichförmigkeit gelangt ist, was immer in kurzer Zeit geschieht, befindet sich die Maschine in ihrem normalen Zustande der Bewegung. Nachdem sie im Anfange der Bewegung eine Kraft hat anwenden müssen, welche gröſser ist, als der Widerstand: so ist jetzt gerade nur so viel Kraft-Äuſserung nöthig, als die Erhaltung des Gleichgewichts erfordert. Denn würde mehr oder weniger Kraft angewendet, so würde die Bewegung, statt gleichförmig zu sein, beschleunigt oder verzögert werden.

Von diesem Augenblick an muſs also nun die Dampfspannung in den Cylindern, welche die bewegende Kraft ist, nothwendig der Gegenwirkung des Widerstandes auf die Kolben gleich sein. Dieser Satz ist bereits an einem andern Orte, obwohl weniger ausführlich, bewiesen worden. [Der Widerstand gegen die Kolben kann zwar nicht in jedem Momente der Dampfspannung gleich sein; denn er ist sehr veränderlich, und in dem Momente, wo der Kurbelarm in der Richtung der Bläuelstange liegt, sogar unendlich groſs, während die Wirkung der Dampfspannung auf die Kolben ungefähr dieselbe bleibt: aber, vermöge des Beharrungs-

vermögens der in Bewegung gesetzten Masse, ist auch die Gleichheit in jedem Momente nicht nöthig, sondern jenes Beharrungsvermögen wirkt als Kraft mit, und ersetzt die Wirkung derselben, wenn sie schwächer ist, als der Widerstand. Durch jenes Beharrungsvermögen geschieht es, daſs im Ganzen zur Erhaltung der periodisch gleichförmigen Bewegung eine Kraft in der Richtung der Achse der Cylinder nothwendig ist, die sich zu derjenigen, welche nach den Tangenten des von der Kurbel durchlaufenen Kreises nöthig sein würde, wie der halbe Umkreis zum Durchmesser verhält. Von dieser Kraft kann man dann auch sagen, daſs durch sie die Bewegung gleichförmig erhalten werde und daſs eine stärkere oder schwächere Kraft die Bewegung beschleunigen oder verzögern würde. D. H.]

Wir kennen also nun die Spannung des Dampfes im Cylinder und das Volumen desselben, und vermögen folglich den Aufwand an Kraft bei jedem Kolbenhube zu schätzen. Dieser Kraft-Aufwand, mit der Masse des Dampfes verglichen, welche die Maschine zu erzeugen vermag, wird ohne Schwierigkeit die Geschwindigkeit geben, welche von der Maschine hervorgebracht werden kann.

Abschnitt IV.

Von der Dampf-Erzeugungskraft der Maschine.

§. 48.

Versuche darüber.

Wir haben nun noch erst ein Haupt-Element der Aufgabe zu untersuchen, nemlich die Verdampfungskraft der Maschine, oder die Wassermasse, welche sie in gegebener Zeit in Dampf von bestimmter Spannung zu verwandeln vermag.

Zu diesem Zwecke haben wir mit den Maschinen auf der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester, während der Bewegung derselben von einem dieser Orte nach dem andern, eine Reihe von Versuchen angestellt.

Da alle Munitionswagen auf der Eisenbahn genau dieselbe Form und Gröſse haben, so wurde einer derselben erst leer, dann voll, gewogen; auch fand man, daſs jeder Zoll Engl. Wasserhöhe in den Behältern $206\frac{1}{2}$ Pfd. Engl. Wasser enthält. Hierauf verfuhren wir auf folgende Weise.

Zuerst maſsen wir vermittelst der Glasröhre die Wasserhöhe im Kessel beim Anfange der Bewegung, so wie die Höhe des Wassers in

dem Behälter des Munitionswagens. Am Ende der Reise, oder auf der Station, wo man frisches Wasser einnahm, füllten wir erst den Kessel so hoch wie bei der Abfahrt an, und maſsen dann das übrig gebliebene Wasser im Behälter. Der Unterschied der Höhen im letzten gab den Verbrauch, welcher Statt gefunden hatte.

Bei der Beschreibung der Versuche werden wir, damit der Leser alles, worauf es ankommt, vor Augen haben möge, die Ladung; die Zeitdauer der Fahrt, aus welcher und der Länge des zurückgelegten Weges von 12605 Ruthen die Geschwindigkeit folgt; den Stand der Federwage, der die Spannung giebt; und die Temperatur des Wassers im Behälter des Munitionswagens bei der Abfahrt angeben. Wir werden darauf die Zeile erklären, welche den Ventilhub angiebt, bei welchem aller im Kessel erzeugte Dampf zu entweichen vermochte.

Versuche über die Verdampfungskraft der Dampfwagen.

Nummer der Versuche.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	
Datum im Jahre 1834	22. Juli.	23. Juli.	4. August.	31. Juli.	24. Juli.	24. Juli.	26. Juli.	26. Juli.	1. August.	15. Aug.	15. Aug.	
Name des Dampfwagens.	*Vulcan.*	*Atlas.*	*Atlas.*	*Atlas.*	*Fury.*	*Fury.*	*Firefly.*	*Firefly.*	*Vesta.*	*Leeds.*	*Leeds.*	
Gewicht der Ladung mit Einschluſs des Munitionswagens.	770	3853	2516	791	1107	962	816	816	653	1741	739	Ctr.
Verdampftes Wasser.	44,97 68,09	7995,02 121,05	5746,55 87,00	5346,80 80,95	4721,51 71,49	5271,30 79,71	5945,93 90,02	5846,24 88,51	3997,51 60,52	5796,87 87,46	5146,44 77,92	Pfunde oder Cubikfuſs.
Dauer der Fahrt.	1 St. 17 M.	3 St. 17 M.	1 St. 58 M.	1 St. 54 M.	1 St. 30 M.	1 St. 35 M.	1 St. 40 M.	1 St. 23 M.	1 St. 5 M.	1 St. 35 M.	1 St. 20½ M.	
Aufenthalt auf der Fahrt, unter der vorigen Dauer mitbegriffen.	3 M.	15 M.	0	0	0	0	5 M.	5 M.	0	0	3 M.	
Durchschnittlicher Stand der Federwage.	31 bis 32,5	50 bis 50,7	50 bis 50,1	24 bis 24,3	31,1 bis 32,6	31,2 bis 32,7	14,5 14,5	16,6 bis 17,3	20 bis 21,3	31 bis 32,2	26,5 bis 28,5	
Hebung des Ventils, welche hinreichte, allen erzeugten Dampf ausströmen zu lassen.	5	4	4	4	5	5	3	3	3½	5	5	
Durchschnittliche Spannung d. Dampfes während des Versuches, in Pfunden, auf den Quadratzoll.	55,93	55,11	54,39	30,79	58,50	58,50	45,16	50,29	52,34	55,42	50,29	
Temperatur d. Wassers im Behälter des Munitionswagens bei der Abfahrt.	lauwarm	kalt	kalt	kalt	kalt	kalt	fast kalt	lau	sehr heiſs	lau	sehr heiſs	
Geschwindigkeit der Maschine in Ruthen auf d. Stunde.	9824	3841	6409	6636	8405	7961	7563	9114	11535	7961	9396	Durchschnitt. 8067
Verdampfung in der Stunde bei jedem Versuch, in Cubikfuſsen.	53,05	[36,87	44,24]	42,61	47,65	50,40	54,01	63,99	55,87	55,43	58,07	51,13
Heitzfläche für die *strahlende* Wärme, in Quadratfuſsen.	32,49	53,81	—	—	31,00	—	41,41	—	43,38	32,60	—	40,67
Heitzfläche für *mitgetheilte* Wärme, in Quadratfuſsen.	289,90	205,49	—	—	289,90	—	341,98	—	241,52	289,90	—	271,95

Wir haben bei den Versuchen die Temperatur des Wassers im Munitionswagen deshalb angemerkt, weil warmes Wasser leichter zum Kochen gebracht wird, als kaltes. Da indessen diese Temperatur nur während eines kleinen Theils der an 1 bis $1\frac{1}{2}$ Stunden dauernden Fahrt die nemliche bleiben kann, so hat sie nur einen unbedeutenden Einfluſs auf das Resultat; wie es auch die Versuche zeigen.

Wir haben ferner den Druck angemerkt, unter welchem der Dampf bei den Versuchen erzeugt wurde. Da Wasser unter einem höhern Drucke nur durch stärkere Hitze verdampft, so wird die Maschine unter einem höhern Drucke weniger Wasser in Dampf zu verwandeln vermögen. Da wir indessen weiter unten aus einer Tafel des Volumens und der Temperatur des Dampfes sehen werden, daſs für den Unterschied der gewöhnlichen Grade der Spannung in den Maschinen, nemlich von 50 bis 60 Pfd. auf den Quadratzoll, der Unterschied der Temperatur nur 9 und folglich für die mittlere Temperatur nur etwa $4\frac{1}{2}$ Thermometergrade beträgt, so ist der Einfluſs der Spannung auf die Dampf-Erzeugung nur fast unmerklich. Übrigens nimmt der unter niedrigem Druck erzeugte Dampf mehr Raum ein; der Kessel vermag also weniger, ihn zu fassen, und das Ventil ist mehr geneigt, zu blasen. Daraus folgt, daſs der Führer der Maschine, welcher gewohnt ist, sich nach dem Ventile zu richten, wenn er das Ventil blasen sieht, das Feuer weniger anschüren wird, als wenn es für eine stärkere Spannung gestellt ist. Dieser Umstand hebt den vorigen auf, und vermindert ihn häufig noch obendrein.

Es folgt also überhaupt aus den Versuchen, daſs die Geschwindigkeit der Bewegung allein einen fortdauernden und merkbaren Einfluſs auf die Dampf-Erzeugung hat.

Dieser Einfluſs der Geschwindigkeit besteht aber darin, daſs der aus den Cylindern ausströmende Dampf in den Schornstein tritt, dort einen continuirlichen Luftstrom hervorbringt und so auf das Feuer ganz wie ein Blasebalg wirkt. Jede Dampf-Ausströmung wirkt wie der Stoſs eines Balges; und um so mehr Cylinder voll Dämpfe in den Schornstein ausgestoſsen werden, oder je rascher die Bewegung ist, also je mehr die Geschwindigkeit zunimmt: um so stärker wird das Feuer angefacht. Aus den Resultaten der obigen Versuche sieht man in der That, daſs, je schneller die Fahrt war, um so stärker war die Dampf-Erzeugung. Aus die-

sem Grunde muſs man, um die Verdampfungskraſt der Maschine zu finden, von einer mittleren Geschwindigkeit ausgehen.

Die Geschwindigkeit von 7713 Ruthen in der Stunde, welche die mittlere Geschwindigkeit bei den Versuchen ist, entspricht bei den Liverpooler Maschinen so ziemlich jener Bedingung. Wir müssen daher die dieser Geschwindigkeit entsprechende Verdampfungskraft nehmen, welche dann $51\frac{1}{8}$ Cubikfuſs in der Stunde ist. Dieses wäre also die mittlere Verdampfungskraſt der Liverpooler Wagen. Inzwischen haben einige dieser Maschinen 55 bis 57 Cubikfuſs Wasser in der Stunde, also etwa 1 Cubikfuſs in der Minute oder etwa 1 Pfd. Wasser in der Secunde verdampſt.

§. 49.

Von der Verdampfungskraft auf die Einheit der Fläche.

Da die Maschinen, mit welchen die Versuche angestellt wurden, verschiedene Heitzflächen hatten, so läſst sich ihre Verdampfungskraft nur durch Vergleichung der Wirkung der Verdampfung mit der Heitzfläche finden, welche die Verdampfung hervorbrachte.

Dieses geschieht in den beiden letzten Spalten der obigen Tafel, welche die in dem 1sten Cap. Art. II. §. 3. näher beschriebenen Heitzflächen angeben.

So findet sich, daſs die durchschnittliche Verdampfung von $51\frac{1}{8}$ Cubikfuſs Wasser durch eine Fläche von $40\frac{2}{3}$ Quadratfuſs hervorgebracht wurde, welche der strahlenden Wärme ausgesetzt war, und durch 272 Quadratfuſs Fläche für mitgetheilte Wärme.

Nehmen wir nun, in Folge des im 1sten Cap. Art. II. §. 3. beschriebenen Versuches, an, daſs die Wirkung der strahlenden Wärme auf eine und dieselbe Fläche 3 mal so stark als die der mittheilenden Wärme ist, so betragen die beiden obigen Flächen zusammen so viel als $40\frac{2}{3} + \frac{272}{3}$ $= 131\frac{1}{3}$ Quadratfuſs der strahlenden Wärme ausgesetzte Fläche; und da nun $51\frac{1}{8}$ Cubikfuſs Wasser verdampft wurden, so kommt $\frac{51,125}{131,3} = 0,389$ Cubikfuſs Wasser auf den Quadratfuſs.

Bei einer Geschwindigkeit von 7713 Ruthen in der Stunde, welches, wie oben bemerkt, ungefähr die mittlere Geschwindigkeit der der Maschinen war, verdampft also jeder der strahlenden Hitze ausgesetzte Quadratfuſs Fläche 0,389 oder etwa $\frac{2}{5}$ Cubikfuſs Wasser in der Stunde. Multiplicirt man diese verdampfte Wasser-

masse mit der Heitzfläche einer Maschine, so findet man ihr Dampferzeugungs-Vermögen.

§. 50.

Von der wirksamen Verdampfungskraft der Maschinen.

Es ist indessen zu erinnern, daſs, obwohl die ganze vorhin gefundene Menge Wasser verdampft wird, dennoch nur ein Theil davon wirksam ist. Um sich davon zu überzeugen, darf man nur die Ventile während der Wirkung der Maschinen beobachten. Sie lassen beständig eine nicht unbeträchtliche Menge Dampf, statt in die Cylinder, in die Luft ausströmen. Dieses ist noch ein Mangel der Maschinen, welchem abzuhelfen vielleicht nicht schwer wäre, und dessen Abhülfe dann noch einen bedeutenden Theil des Brennstoffes ersparen würde.

Der Ersatz der Cylinder der Liverpooler Maschinen durch gröſsere, welche man beabsichtigt, wird wenigstens den Erfolg haben, daſs bei starken Ladungen, mehr, aller im Kessel erzeugte Dampf benutzbar wird.

Der gegenwärtige Verlust an Dampf war bei den Versuchen sehr merklich. Er läſst sich mit einer gewissen Annäherung schätzen.

Unter der Überschrift „Durchschnittlicher Stand der Federwage" haben wir nemlich in der Tafel den beobachteten Ausgangspunct der Federwage, und den Grad, bei welchem das Ventil zu blasen anfing, angegeben. Der Unterschied der beiden Grade giebt die Hebung des Ventils während des Versuchs, von welcher dann der Verlust an Dampf abhängt. So hob sich das bei dem ersten Versuche auf 31 beim Abgange gestellte Ventil des *Vulcan* bei $32\frac{1}{2}$ Grad; also war die Hebung $1\frac{1}{2}$ Grad; und so bei den andern.

In der darauf folgenden Spalte haben wir die Hebung angegeben, welche hinreichte, um allen Dampf, den die Maschine zu erzeugen vermochte, entweichen zu lassen. Diese Hebung war schon bei unseren Versuchen über die Spannung des Dampfes gefunden. Wir haben gesehen, daſs, wie stark auch das Feuer angefacht werden mag, das Ventil doch niemals über einen gewissen Grad hinaus steigen kann, ohne daſs aller erzeugte Dampf entweicht. Eine vollständige Ermittellung dieses Punctes war durch die Erwägung der zahlreichen, über die Geschwindigkeit der Maschine mitgetheilten Versuche zu erlangen.

Wir fanden z. B., daſs der *Atlas*, in seinem schnellsten Lauf, also in dem Momente, wo die Dampf-Erzeugung am stärksten war, plötzlich

gehemmt, sein Ventil von 50 bis auf 54 Grad hob, und dafs die daraus entstehende Ausgangs-Öffnung allen Dampf entweichen zu lassen vermochte. Eben so hoben sich die Ventile des *Leeds,* des *Vulcan* und der *Fury* unter diesen Umständen von 31 auf 36, der *Vesta* von 20 auf $23\frac{1}{2}$, der *Firefly* von 17 auf 20, während die zweiten Ventile dieser Maschinen auf dem bei den Versuchen über die Spannung angegebenen Puncte standen. Diese Hebungsgrade hingen natürlich erstlich von der Menge des erzeugten Dampfes und von dem Durchmesser des Ventils, und zweitens von dem Maafse der Hebelsarme und der Eintheilung der Wage ab, vermöge welcher ein Grad an der Wage einer gröfsern oder kleinern Hebung entspricht. Aufserdem auch von dem zweiten Ventile, welches dem Dampfe mehr oder weniger Ausgang verstattete.

Alle diese Umstände erklären die scheinbaren Unterschiede bei den verschiedenen Maschinen. Am *Atlas* liefs das zweite Ventil gar keinen Dampf entweichen, und das erste hatte nur $2\frac{1}{2}$ Zoll Engl. im Durchmesser. Aber die Theile an der Wagescale waren im Verhältnisse zum Hebelsarm sehr grofs. Vier Theile gaben schon hinreichende Öffnung zur Entlassung alles Dampfes. Bei dem *Leeds,* dem *Vulcan* und der *Fury* hob sich das zweite Ventil unter der vorhandenen Spannung nicht, und das erste hatte 3 Zoll Engl. im Durchmesser. Bei der *Vesta* liefs das zweite Ventil, eben wie das erste, Dampf ausströmen. Deshalb waren schon $3\frac{1}{2}$ Grade an der Wage zur Ausleerung des Kessels an Dampf hinreichend. Endlich blies bei der *Firefly* nur eines der beiden Ventile; aber die Maschine befand sich zur Zeit der Versuche in einem schlechten Zustande. Der Kessel war leck, das Wasser rann in das Feuer, wo es verdampft wurde, und nur ein kleiner Theil von dem Dampfe wurde im Kessel gesammelt.

Nachdem nun auf diese Weise die Data zur Ermittelung des Verlustes von Dampf während der obigen Versuche durch wiederholte Proben gefunden worden sind, vermögen wir diesen Verlust zu schätzen. Man darf zu dem Ende nur die beiden erwähnten Spalten der Tafel vergleichen, deren eine die wirklich erfolgte Hebung des Ventils angiebt, die andere diejenige, welche geeignet ist, allen Dampf entströmen zu lassen. Hierdurch ergiebt sich, dafs die mittlere Hebung des Ventils zur gesammten sich wie 12 zu $46\frac{1}{2}$ verhält. Der vierte Theil des Dampfes ging also durch das Ventil verloren, vielleicht sogar noch etwas mehr; we-

gen der *Firefly*, die durch die Lecke ihres Kessels noch besondere Verluste hatte.

Dieser Verlust an Dampf ist übrigens nicht zufällig, sondern jenen Maschinen wesentlich eigen. Unter allen Versuchen rücksichtlich der Geschwindigkeit, über welche wir weiter oben berichtet haben, wird kaum einer sein, wo der Verlust nicht Statt gefunden hätte; und fand derselbe wirklich nicht Statt, so geschah es, weil das Feuer nicht vollständig angefacht worden war.

Man muſs also die wirksame Dampf-Erzeugungskraft einer Maschine von ihrer Dampf-Erzeugungskraft überhaupt unterscheiden, damit nur der nutzbare Theil dieser Kraft in Rechnung gebracht werde.

Die obigen Versuche ergeben, daſs nur drei Viertheile des erzeugten Dampfes in die Cylinder gelangen. Da nun, wie oben gefunden, 1 Quadratfuſs der strahlenden Wärme ausgesetzte Fläche 0,389 Cubikfuſs Wasser in Dampf verwandelt, so beträgt der nutzbare Theil der Dampf-Erzeugungsfähigkeit eines Dampfwagens nur 0,292 oder etwa $\frac{3}{10}$ Cubikfuſs Wasser auf den Quadratfuſs der strahlenden Hitze ausgesetzte Fläche.

Endlich betrug, dem Obigen zufolge, die Dampf-Erzeugung $51\frac{1}{4}$ Cubikfuſs in der Stunde. Also beträgt der nutzbare Theil davon etwa $38\frac{1}{2}$ Cubikfuſs in der Stunde, durchschnittlich für die verschiedenen Maschinen.

Abschnitt V.

Von den Verhältnissen der Maschinen-Theile und den correspondirenden Wirkungen derselben.

§. 51.

Formel für die Geschwindigkeit einer Maschine, die eine bestimmte Last zieht.

Nach diesen Ausmittelungen ist es nun leicht, die Geschwindigkeit zu finden, mit welcher ein Dampfwagen eine bestimmte Last fortzuziehen vermögen wird.

Wir wollen z. B. annehmen, es sei eine Ladung von 1971 Ctr. (100 Tonnen Engl.) von einem Dampfwagen fortzuziehen, dessen Cylinder 10,82 Zoll (11 Zoll Engl.) Durchmesser haben. Der Kolbenlauf sei 15,65 Zoll (16 Zoll Engl.) lang, der Durchmesser der Räder 4 F. 10,27 Z.

(5 Fuſs Engl.), die wirksame Spannung des Dampfes 51,3 Pfd. auf den Quadratzoll (50 Pfd. Engl. auf den Quadratzoll Engl.), und endlich betrage die Dampf-Erzeugungskraft der Maschine, wie im Durchschnitte bei den Liverpooler Maschinen, 38⅓ Cubikfuſs in der Stunde.

Im 2ten Abschnitte dieses Capitels sahen wir [aus dem am Ende des Abschnittes gegebenen Beispiele,] daſs der gesammte Widerstand, welchen hier die Ladung dem Kolben entgegensetzt, 47,21 Pfd. auf den Quadratzoll beträgt. Eben so stark also muſs die Spannung des Dampfes sein, der in die Cylinder gelangt.

Die Masse des verdampften Wassers beträgt 38⅓ Cubikfuſs in der Stunde oder 0,638 Cubikfuſs in der Minute. Dieses Wasser wird unmittelbar im Kessel in Dampf entwickelt, von 51,3 Pfd. wirksamer oder 66,7 Pfd. gesammter Spannung auf den Quadratzoll.

Man kennt nun auch das Volumen des unter einem bestimmten Druck erzeugbaren Dampfes. Es sind darüber nach Versuchen Tafeln berechnet worden. Man wird eine solche Tafel weiter unten §. 61. finden. Nach dieser Tafel nimmt Dampf, welcher unter 66,7 Pfd. Druck auf den Quadratzoll erzeugt wird, 435 mal so viel Raum ein als das Wasser, aus welchem er entstand. Es werden also hier 0,638.435 = 278 Cubikfuſs Dampf erzeugt.

Dieser Dampf, in den Cylinder gelangend, soll 47,21 Pfd. Druck auf den Quadratzoll des Kolbens ausüben [§. 46.]. Seine Temperatur ist die nemliche, wie die des Dampfes im Kessel, weil die Dampfröhren, nach den Cylindern hin, und die Cylinder selbst, im Kessel stehen und von dem Feuer der Esse umspielt werden. Der Raum, welchen überhaupt Dampf einnimmt, wächst aber bei gleichbleibender Temperatur im umgekehrten Verhältnisse seiner Spannung. Es dehnt sich also hier der in die Cylinder gelangende Dampf in dem Verhältnisse von 47,21 zu 66,7 aus, und folglich ist das Volumen des Dampfes jetzt $278.\frac{66,7}{47,21} = 394$ Cubikfuſs.

Nun haben die beiden Kolben 179,2 Quadratzoll oder 1,245 Quadratfuſs Fläche. Durch diesen Querschnitt der Cylinder strömen in der Minute die 394 Cubikfuſs Dampf: also muſs der Kolben nothwendig die Geschwindigkeit von $\frac{394}{1,245} = 316,6$ F. in der Minute haben, und folglich mit dieser Geschwindigkeit die Ladung fortschaffen.

Um daraus weiter die Geschwindigkeit der Bewegung des Wagenzuges in Ruthen auf die Stunde zu finden, muſs man, weil der Umfang des Rades 5,887 mal dem doppelten Kolbenlaufe gleich ist, die 316,6 F. Geschwindigkeit des Kolbens in der Minute mit 5,887 und mit 60 (Minuten in der Stunde) multipliciren, und mit 12 (Fuſs auf die Ruthe) dividiren. Dieses giebt:

$\frac{316{,}6 \,.\, 5{,}887 \,.\, 60}{12} = 9319$ Ruthen Geschwindigkeit auf die Stunde.

Wir sehen also, daſs die oben angenommene Dampf-Erzeugungskraft der Maschine eine Geschwindigkeit von 9319 Ruthen in der Stunde hervorzubringen vermag; das heiſst: daſs die Maschine, von den angegebenen Abmessungen, wenn sie im guten Stande und das Feuer gehörig angeschürt ist, 1971 Ctr. Ladung in der Stunde 9319 Ruthen weit fortziehen wird.

Auf diese Weise wollen wir nun allgemein den Ausdruck der Geschwindigkeit einer Maschine suchen.

Es sei, wie weiter oben:

Die Ladung	$= M$ Pfunde;
Der Widerstand der Ladung	$= nM$ Pfunde;
Die Reibung des Dampfwagens selbst, ohne Ladung, .	$= F$ Pfunde;
Die mit der Ladung im Verhältniſs stehende Reibung im Dampfwagen	$= \delta M$ Pfunde;
Der Durchmesser der Triebräder	$= D$ Zolle;
Der Kolbenhub	$= l$ Zolle;
Der Durchmesser des Kolbens oder der Cylinder . .	$= d$ Zolle;
Der Druck der Atmosphäre auf 1 Quadratzoll . . .	$= \varrho$ Pfunde;
Der Widerstand auf 1 Quadratzoll der Kolbenfläche .	$= R$ Pfunde.

Alsdann ist gemäſs §. 46.

$$1. \quad R = \frac{D}{d^2 l}(F + \delta M + nM) + \varrho.$$

Ferner sei

Die gesammte Spannung des Dampfes im Kessel auf 1 Quadratzoll	$= P$ Pfunde;
An Wasser werde in Dampf von dieser Spannung durch die Maschine in 1 Stunde entwickelt	$= S$ Cubikzoll;
Aus 1 Cubikzoll Wasser entstehe an Dampf von der Spannung P	$= m$ Cubikzoll.

Alsdann ist das Volumen Dampf, welches die Maschine in 1 Stunde entwickelt,

$$2. \quad = mS \text{ Cubikzoll.}$$

Dieser Dampf geht, wenn er in den Cylinder gelangt, von der Spannung P in die Spannung R über. Also, da das Volumen, welches Dampf einnimmt, umgekehrt wie die Spannung sich verhält, so ist der Raum, welchen der in 1 Stunde entwickelte Dampf in den Cylindern einnimmt:

$$3. \quad = mS.\frac{P}{R} \text{ Cubikzoll.}$$

Dieses Volumen Dampf strömt in 1 Stunde durch die Cylinder. Dividirt man also dasselbe durch die Oberfläche der beiden Kolben [welche zugleich der Querschnitt der Cylinder ist], so findet man die Geschwindigkeit der Kolben auf die Stunde. Die Oberfläche der beiden Kolben ist $\frac{1}{2}\pi d^2$: also ist die Geschwindigkeit auf 1 Stunde

$$4. \quad = \frac{mSP}{\frac{1}{2}\pi d^2 R} \text{ Zoll} = \frac{mSP}{144.\frac{1}{2}\pi d^2 R} \text{ Ruthen.}$$

Die Geschwindigkeit der Maschine auf die Stunde sei $= V$ Ruthen. Dieselbe verhält sich zur Geschwindigkeit der Kolben wie der Umfang des Triebrades zum doppelten Kolbenlaufe, oder wie πD zu $2l$. Also ist die Geschwindigkeit der Maschine auf die Stunde, oder der Raum, welchen dieselbe in der Stunde zurücklegt,

$$5. \quad V = \frac{mSp}{144.\frac{1}{2}\pi d^2 R}.\frac{\pi D}{2l} = \frac{mSPD}{144 d^2 l R}.$$

Setzt man hierin den Werth von R (1.), so findet sich:

$$V = \frac{mSPD}{144 d^2 l.\left[\frac{D}{d^2 l}(F + \delta M + nM) + \varrho\right]} \text{ oder}$$

$$6. \quad V = \frac{mSPD}{144[(F+(\delta+n)M)D + d^2 l\varrho]}.$$

Dieser Ausdruck giebt also die Zahl der Ruthen, welche der Dampfwagen mit seiner Ladung in einer Stunde zurücklegt, aus dem Maafse der Maschinentheile und der Verdampfungskraft der Esse, welche ihrerseits von der Heitzfläche abhängt. Für das Verhältnifs m des Volumens des Dampfes von der Spannung P zum Volumen des Wassers, aus welchem er erzeugt worden ist, findet sich §. 61. eine Tabelle.

Man kann also nun nach der obigen Formel unmittelbar die von einer Maschine zu erwartende Wirkung schätzen.

Wir werden weiter unten sehen, daſs das Product mP beinahe constant ist. Es folgt also aus der Formel, daſs die Geschwindigkeit einer Maschine, wenn ihre Ladung M dieselbe bleibt, mit der Heitzfläche zunimmt [weil mit derselben S wächst], desgleichen mit dem Durchmesser D des Triebrades. Dagegen nimmt sie ab, wenn der Durchmesser der Cylinder d und der Kolbenhub l zunehmen.

§. 52.

Formel für die Last, welche eine Maschine mit gegebener Geschwindigkeit fortziehen kann.

Um die Ladung M zu finden, darf man nur in der obigen Formel V als gegeben betrachten und daraus M entwickeln. Dieses giebt:

$$7.\quad M = \frac{mSPD - 144\,d^2 l \varrho V}{144(\delta + n)VD} - \frac{F}{\delta + n};$$

und dieser Ausdruck giebt die Zahl M der Pfunde, welche die Maschine V Ruthen weit in der Stunde fortzieht.

§. 53.

Von der Fläche, die erhitzt werden muſs, damit eine Maschine eine bestimmte Last mit einer bestimmten Geschwindigkeit fortschaffe.

So wie vorhin M, kann man aus der Formel (6.) auch jede andere darin vorkommende Zahl nehmen. So z. B. darf man, wenn man die Heitzfläche für eine gegebene Geschwindigkeit und Ladung verlangt, nur S daraus entwickeln. Dieses giebt:

$$8.\quad S = \frac{144V[(F + (\delta + n)M)D + d^2 l \varrho]}{mPD},$$

nemlich die Zahl der Cubikzolle, und

$$9.\quad \frac{S}{1728} = \frac{V[(F + (\delta + n)M)D + d^2 l \varrho]}{12mPD}$$

für die Zahl der Cubikfuſse Wasser, welche in 1 Stunde verdampft werden müssen. Dieselbe, gemäſs §. 50., mit $\frac{10}{3}$ multiplicirt, giebt die Heitzfläche in Quadratfuſsen, die also, wenn sie durch H bezeichnet wird,

$$10.\quad H = \frac{5V[(F + (\delta + n)M)D + d^2 l \varrho]}{18mPD} \text{ Quadratfuſs ist.}$$

§. 54.

Von dem Maximo der Ladung einer Maschine für eine bestimmte Dampfspannung.

Der obige Ausdruck (7.) der Ladung, welche ein Dampfwagen mit vorgeschriebener Geschwindigkeit fortzuziehen vermag, und welcher zeigt, daſs die Ladung um so gröſser sein darf, je langsamer sich der Zug fortbewegt, ist der Bedingung unterworfen, daſs der Widerstand R gegen den Kolben nicht gröſser sei als die Spannung P des Dampfes im Kessel. Hieraus folgt eine Grenze für die Ladung, oder das Maximum derselben für eine bestimmte Spannung des Dampfes. Die Formel (7.) giebt zwar auch für gröſsere R Werthe von M, aber sie entsprechen nicht mehr der Wirklichkeit. Für das Maximum der Ladung ergiebt sich aus der Gleichung $R = P$. Aus dieser Gleichung folgt vermöge des Ausdrucks (1.)

$$11. \qquad P = \frac{D}{d^2 l}(F + (\delta + n)M) + \varrho.$$

Hieraus ergiebt sich $(P - \varrho)\, d^2 l = D[F + (\delta + n)M]$, und folglich

$$12. \qquad M = \frac{(P - \varrho)\, d^2 l}{(\delta + n)\, D} - \frac{F}{\delta + n}.$$

Dieses ist, einschlieſslich des Gewichts des Munitionswagens, das Maximum der Ladung, jedoch noch unter einem Vorbehalte, nemlich rücksichtlich des Widerstandes, welchen die Räder des Dampfwagens auf den Schienen finden und welcher im 8ten Capitel näher wird abgehandelt werden.

§. 55.

Von der diesem Maximo entsprechenden Geschwindigkeit.

Setzt man den Ausdruck von M (12.) in die Gleichung (6.), welche allgemein die Geschwindigkeit der Fahrt ausdrückt, so findet sich [weil zufolge (11.), woraus (12.) genommen wurde, $D(F + (\delta + n)M) + d^2 l \varrho = P d^2 l$ ist, wenn man diesen Ausdruck in den Nenner von (6.) setzt, $V = \frac{mSPD}{144 P d^2 l}$, oder]

$$13. \qquad V = \frac{mSD}{144\, d^2 l}.$$

Schreibt man diesen Ausdruck in der Form

$$14. \qquad 144\, V = \frac{mS}{\frac{1}{4}\pi d^2} \cdot \frac{\pi D}{2l},$$

[welches dann die Geschwindigkeit statt in Ruthen in Zollen giebt] so zeigt sich, daſs jetzt die Geschwindigkeit der Fahrt gerade diejenige ist, welche unmittelbar der Dampf beim Durchströmen durch die Cylinder

haben würde. In der That drückt $\frac{MS}{\frac{1}{2}\pi d^2}$ die Masse des im Kessel in 1 Stunde hervorgebrachten Dampfes, dividirt durch den Querschnitt der beiden Cylinder in Zollen, aus, also die Länge des Weges, welchen der durch die Cylinder strömende Dampf in 1 Stunde zurücklegt; folglich die Geschwindigkeit des durch die Cylinder mit der Spannung im Kessel ausströmenden Dampfes. Dagegen ist $\frac{\pi D}{2l}$ das Verhältnifs der Geschwindigkeit der Fahrt zur Geschwindigkeit der Kolben. Also giebt $\frac{mS}{\frac{1}{2}\pi d^2}\cdot\frac{\pi D}{2l}$ die Geschwindigkeit der Fahrt.

Es zeigt sich also, dafs in dem Falle des Maximums der Ladung, während die Spannung des Dampfes in den Cylindern der im Kessel gleich ist, die Geschwindigkeit der Kolben [oder der Ausströmung des Dampfes] die nemliche ist, mit welcher der Dampf dem Kessel durch die Verdampfung des Wassers zuströmt; wie es auch nach der Natur der Sache sein mufs.

Was die Grenze für die Geschwindigkeit bei kleineren Ladungen betrifft, so dürfen die Wagenführer sie nicht bis zu einer solchen Höhe anwachsen lassen, dafs sie den Kolben und anderen Maschinentheilen Gefahr bringen könnte. Bei den Versuchen, die weiter unten werden beschrieben werden, betrug die Geschwindigkeit der Fahrt nur einmal, auf eine kurze Weile, 7½ Meile auf die Stunde. Diese Geschwindigkeit ist die gröfste, welche wir bis jetzt, einzelne Augenblicke ausgenommen, beobachteten. Wenn die Ladung zu leicht ist, so mäfsigt sie der Maschinenführer durch den Regulator, und schürt das Feuer weniger stark als möglich an; wie es weiter unten näher beschrieben werden wird.

§. 56.

Welchen Durchmesser die Cylinder haben müssen, wenn die Maschine ein bestimmtes Maximum der Ladung ziehen soll.

Derselbe folgt, eben wie in §. 54. das Maximum der Ladung selbst, aus der Gleichung (11.), und es ergiebt sich aus derselben für den Durchmesser der Cylinder in Zollen:

$$15.\quad d = r\left(\frac{D(F+(\delta+n)M)}{(P-\varrho)l}\right).$$

§. 57.

Kolbenhub in so bestimmten Cylindern.

Ist aus irgend einem Grunde der Durchmesser der Cylinder schon bestimmt worden, so kann man, innerhalb gewisser Grenzen, den vorgeschriebenen Effect, nemlich das Maximum der Ladung zu ziehen, auch durch den Kolbenhub erreichen. Die Gleichung (11.) giebt für denselben, in Zollen:

$$16. \quad l = \frac{D(F + (\delta + n) M)}{(P - \varrho) d^2}.$$

§. 58.

Durchmesser der Räder für den nemlichen Fall.

Eben so durch den Durchmesser der Räder, mit dessen Zunahme die Geschwindigkeit der Fahrt ab- und die Zugkraft zunimmt. Die Gleichung (11.) giebt denselben in Zollen:

$$17. \quad D = \frac{(P - \varrho) d^2 l}{(\delta + n) M + F}.$$

Dieser Rad-Durchmesser kann indessen natürlich über eine gewisse Grenze hinaus nicht vergrößert werden.

§. 59.

Desgleichen die wirksame Dampfspannung im Kessel für diesen Fall.

Wenn nemlich der Kolbenhub und die Durchmesser der Cylinder und Räder im Voraus bestimmt sind, kann man die wirksame Spannung des Dampfes im Kessel berechnen, die nöthig ist, um das Maximum der Ladung fortzuschaffen. Die Gleichung (11.) giebt für dieselbe, in Pfunden auf den Quadratzoll:

$$18. \quad P - \varrho = \frac{D}{d^2 l}(F + (\delta + n) M).$$

So könnte man auch die übrigen Größen aus der Gleichung (11.) entwickeln; womit wir uns aber nicht aufhalten wollen. Auch wird es kaum nöthig sein, zu erinnern, daß die Werthe der einzelnen Größen, welche man aus der Gleichung nimmt, nur in so fern Statt finden, als ihnen nicht practische Regeln und Erfordernisse widersprechen. So z. B. darf die Spannung, welche die Gleichung (18.) giebt, nicht stärker sein, als das Metall des Kessels sie aushält. Eben so muß der Durchmesser der Räder hinreichend groß sein, damit der Dampfwagen nicht aus den

Schienen springen könne, und nicht so klein, daſs die Geschwindigkeit der Fahrt leide u. s. w.

§. 60.

Uebersicht der Formeln dieses Capitels.

Wir wiederholen zunächst die Bedeutung der Buchstaben in den obigen Ausdrücken, und dann, in einer Zusammenstellung, die Ausdrücke selbst.

M bezeichnet die Zahl der Pfunde, welche sämmtliche von dem Dampfwagen fortgezogene Fuhrwerke, den Munitionswagen eingeschlossen, wiegen.

nM ist die Zahl der Pfunde, mit welchen die gesammte Ladung widersteht. In der Regel ist $n = \frac{1}{280}$.

F ist die Zahl der Pfunde, mit welchen der Dampfwagen selbst seinem Zuge widersteht. Sie kann nach den obigen Versuchen durchschnittlich angeschlagen werden, in so fern der Wagen noch nicht vorhanden ist. Sie wird in der Regel gefunden, wenn man das Gewicht des Dampfwagens durch $149\frac{2}{3}$ dividirt. Ist der Dampfwagen schon vorhanden, und man will F sehr genau wissen, so muſs man es durch Versuche mit dem Wagen selbst suchen.

dM ist in Pfunden der aus der zusätzlichen Reibung der Theile des Dampfwagens entstehende und mit der Ladung im Verhältniſs stehende Widerstand. Wie oben gefunden, ist in der Regel $\delta = \frac{1}{2240}$, und also $\delta + n = \frac{9}{2240}$.

D ist der Durchmesser der Triebräder des Dampfwagens in Zollen.

d ist der Durchmeser der Cylinder in Zollen.

l ist die Länge des Kolbenlaufs in Zollen.

P ist die Zahl der Pfunde, mit welchen der Dampf im Kessel auf 1 Quadratzoll drückt, und zwar mit Einschluſs des Drucks der Atmosphäre.

ϱ ist die Zahl der Pfunde, mit welchen die Luft auf 1 Quadratzoll drückt, also $\varrho = 15{,}086$. $P-\varrho$ ist daher die wirksame Spannung des Dampfes im Kessel auf 1 Quadratzoll in Pfunden.

S ist die Zahl der Cubikzolle Wasser, welche durch die Maschine in 1 Stunde in Dampf von der Spannung P aufgelöset werden. Man findet S, wenn man die Zahl der Quadratzolle, welche die reducirte Heitz-

fläche mifst, mit $\frac{1g}{5}$ multiplicirt. Die reducirte Heitzfläche ist die Summe der der strahlenden Wärme ausgesetzten Wasserfläche in der Esse und eines Drittheils der Oberfläche der Feuerröhren.

H ist die Zahl der Quadratfufse der reducirten Heitzfläche.

m ist die Zahl der Cubikzolle Dampf, welcher, von der Spannung P, aus 1 Cubikzoll Wasser entwickelt wird. Man findet den Werth von m in der Tafel §. 61.

V endlich ist die Zahl der Ruthen Weges, welche der Dampfwagen, mit den von ihm fortgezogenen Fuhrwerken, in 1 Stunde durchläuft.

Mit dieser Bedeutung der Buchstaben hat man nun folgende Ausdrücke:

$$1. \quad V = \frac{mSPD}{144[(F+(\delta+n)M)D+d^2 l\varrho]} \quad (6.\ §.\ 51.)$$

für die Zahl der Ruthen Weges, welche ein Dampfwagen, von bestimmten Maafsen seiner Theile, unter einer bestimmten Spannung, in 1 Stunde zurücklegt.

$$2. \quad M = \frac{mSPD - 144 d^2 l\varrho V}{144(\delta+n)VD} - \frac{F}{\delta+n} \quad (7.\ §.\ 52.)$$

für die Zahl der Pfunde, welche der Dampfwagen, mit der bestimmten Geschwindigkeit, unter der gegebenen Dampfspannung, fortzuziehen vermag.

$$3. \quad S = \frac{144V[(F+(\delta+n)M)D+d^2 l\varrho]}{mPD} \quad (8.\ §.\ 53.)$$

für die Zahl der Cubikzolle Wasser, welche von der Maschine in 1 Stunde in Dampf von der Spannung P verwandelt werden.

$$4. \quad H = \frac{sV[(F+(\delta+n)M)D+d^2 l\varrho]}{18mPD} \quad (10.\ §.\ 53.)$$

für die Zahl der Quadratfufse, welche die reducirte Heitzfläche der Maschine für eine bestimmte Ladung und Geschwindigkeit messen mufs.

$$5. \quad M_1 = \frac{(P-\varrho)d^2 l}{(\delta+n)D} - \frac{F}{\delta+n} \quad (12.\ §.\ 54.)$$

für die Zahl der Pfunde Gewicht des Wagenzuges, den Munitionswagen einschliefslich, welche im Maximo der Dampfwagen fortzuziehen vermag.

$$6. \quad V - \frac{mSD}{144d^2 l} \quad (13.\ §.\ 55.)$$

für die Ruthen Weges, welche der Dampfwagen das Maximum der Ladung in 1 Stunde fortzuschaffen vermag.

$$7. \quad d = r\left(\frac{D(F+(\delta+n)M)}{(P-\varrho)l}\right) \quad (15.\ §.\ 56.)$$

für die Zahl der Zolle, welche der Durchmesser der Cylinder halten mufs, wenn der Dampfwagen das Maximum der Ladung soll ziehen können.

$$8. \quad l = \frac{D(F+(\delta+n)M)}{(P-\varrho)d^2} \text{ (16. §. 57.)}$$

für die Zahl der Zolle der Länge des Kolbenlaufs in diesem Falle.

$$9. \quad D = \frac{(P-\varrho)d^2 l}{(\delta+n)M+F} \text{ (17. §. 58.)}$$

für den Durchmesser der Triebräder des Dampfwagens in Zollen, im gleichen Falle.

$$10. \quad P-\varrho = \frac{D}{d^2 l}(F+(\delta+n)M) \text{ (18. §. 59.)}$$

für die Zahl der Pfunde, mit welchen der Dampf auf den Quadratzoll im gleichen Falle wirksam drücken mufs.

Es ist zu bemerken, dafs diese Formeln keinesweges etwa blofs empirisch sind, oder auf willkührlichen, mehr oder weniger mit der Erfahrung übereinstimmenden Voraussetzungen beruhen. Sie sind im Gegentheile auf strengen Gesetzen der Mechanik gegründet; die Elemente derselben sind vermittelst directer Versuche gefunden und die Resultate sind auf gleiche Weise bestätigt worden.

Bei allen Ausdrücken wird vorausgesetzt, dafs der Dampfwagen die Ladung auf horizontaler Bahn fortziehe. Ist die Bahn abhängig, so mufs man für M nicht die nominelle, sondern die wirkliche Ladung setzen, das heifst: nicht mehr den Widerstand der Fuhrwerke auf den Schienen allein, sondern den Widerstand auf der abhängigen Bahn; wie sich solches weiter im 7ten Capitel Abschnitt 2. ergeben wird.

[Wenn man die obige Theorie des Herrn Verfassers nicht etwa genauer erwöge und seine Demonstration nur im Ganzen überblickte, so könnten sich einige Schwierigkeiten erheben, die aber in der That nur aus dem Ausdruck entstehen. Dergleichen könnten nemlich insbesondere daraus entstehen, dafs im Texte von einem constanten Widerstande der Kolben gegen den Druck des Dampfes, und weiterhin von einer constanten Ausströmungs-Geschwindigkeit des Dampfes gesprochen zu werden scheint, welche beide durchaus, und bei weitem nicht Statt finden, indem vielmehr der Widerstand der Kolben gegen den Druck des Dampfes, in dem Falle, wenn die Kurbel in der Richtung der Cylinder-Achse liegt, sogar unendlich grofs, und in dem Falle, wenn sie auf der Cylinder-Achse senkrecht steht, so klein als möglich, folglich von einer endlichen Gröfse bis ins Unendlich-Grofse verschieden ist, die Geschwindigkeit der Ausströ-

mung des Dampfes dagegen, welche diejenige der Kolben ist, von Null an, was sie dann ist, wenn die Kurbel in der Richtung der Cylinder-Achse sich befindet, bis zu ihrem Maximo, welches Statt findet, wenn die Kurbel mit der Cylinder-Achse einen rechten Winkel macht, abwechselt, so daſs also beide, der Widerstand der Kolben und die Ausströmungs-Geschwindigkeit des Dampfes, bei weitem nicht constant sind. Indessen findet von dieser Seite her wirklich keine Schwierigkeit Statt. Um dieses näher bemerklich zu machen, möchten vielleicht folgende Bemerkungen dienlich sein.

Weder der Widerstand der Reibung und der zu bewegenden Masse gegen den Kolben, noch die Ausströmungs-Geschwindigkeit des Dampfes sind dasjenige, was constant ist. Aber der Druck des Dampfes auf die Kolben und das Volumen des überhaupt in einer bestimmten Zeit ausströmenden Dampfes sind, im Beharrungsstande der Bewegung, constant, oder werden wenigstens, was allenfalls auch geschehen darf, als constant betrachtet. Der Widerstand der Kolben gegen den Druck des Dampfes und die Ausströmungs-Geschwindigkeit wechseln dagegen, selbst im Beharrungsstande der Bewegung, fortwährend, und sind, auf die oben bemerkte Weise, von Moment zu Moment ungemein verschieden. Nur der Widerstand gegen die Kurbel, in der Richtung des Umkreises, welchen die Warze derselben beschreibt, ist constant, nicht aber, und bei weitem nicht diejenige in der Richtung der Cylinder-Achse, und folglich auch nicht der Widerstand der Kolben.

Nun ist es aber aus der Theorie der Kurbel bekannt, daſs eine, stets mit sich selbst, hier stets mit der Richtung der Cylinder-Achse parallel wirkende, constante Kraft, wenn sie zu dem constanten Widerstande der Kurbelwarze in der Richtung des Umkreises, den diese beschreibt, wie der halbe Umfang eines Kreises zu seinem Durchmesser sich verhält, die Wirkung hat, daſs sie eine periodisch-gleichförmige Umdrehung der Kurbel hervorbringt, das heiſst, eine Umdrehung, deren Geschwindigkeit, in dem Umkreise, den die Warze beschreibt, zwar nicht unveränderlich die nemliche bleibt, jedoch bei jeder Umdrehung der Kurbel immer genau wieder dieselbe ist, so wie die Kurbel wieder in die gleiche Lage kommt. Jene constante Kraft ist gröſser als der Widerstand der Kurbel in senkrechter Lage auf die parallele Richtung der Kraft, und kleiner als besagter Widerstand, dann, wenn die

Kurbel in der Richtung der Kraft selbst liegt; in welchem letzten Fall der Widerstand selbst unendlich groſs ist. Sie ist gleichsam ein Mittel zwischen den verschiedenen Widerständen der Kurbel nach der Richtung der parallel wirkenden Kraft; und auf diese Weise kann sie einen Beharrungsstand der Bewegung hervorbringen.

Da also auf solche Weise eine constante, in der Richtung der Cylinder-Achse auf die Kurbel wirkende Kraft eine periodisch-gleichförmige Bewegung hervorzubringen vermag, und hier die bewegende Kraft, nemlich der Druck des Dampfes auf die Kolben eine constante, in besagter Richtung wirkende Kraft ist, wenigstens als solche betrachtet wird: so ist es auf diese Weise statthaft, die Wirkung des Drucks des Dampfes mit jenem Widerstande zu vergleichen, und man ist berechtigt, vorauszusetzen, daſs der Druck des Dampfes eine periodisch-gleichförmige Bewegung erzeugen werde.

Nun richtet sich ferner die Erzeugung der Dämpfe durchaus nicht nach dem Widerstande, den die Kolben ihrer Wirkung entgegensetzen, und also auch nicht nach der constanten Kraft, die diese Widerstände im Falle des Beharrungstandes der Bewegung repräsentirt. Wenn das Feuer einmal angeschürt ist, so wird so viel Dampf erzeugt, oder vielmehr so viel Wasser in einer bestimmten Zeit verdampft, als der Heitzfläche im Kessel gemäſs ist; und wenn die Kolben gar nicht wichen, so würde bei der fortwährenden Entwickelung von Dampf, entweder das Sicherheitsventil sich öffnen und den Dampf entweichen lassen müssen, oder der Kessel würde zerspringen. Ersteres wird, wenn die Kolben nicht weichen, geschehen, und daher giebt es auch für die Spannung der Dämpfe ein Maximum, welches durch das Sicherheitsventil bestimmt wird, und es folgt sogleich, daſs die Kolben nicht stärker widerstehen dürfen: wenigstens daſs jene, die Stelle der verschiedenen Widerstände der Kolben vertretende Kraft in der Richtung der Cylinder-Achse auf die Einheit der Fläche nicht stärker wirken darf, als die Kraft, mit welcher das Sicherheitsventil den Dämpfen sich widersetzt, weil sonst die Dämpfe nicht durch die Cylinder sondern durch das Sicherheitsventil ausströmen würden.

Angenommen nun zunächst, jene mittlere Kraft des Kolbenwiderstandes sei dem Drucke des Sicherheitsventils auf die Einheit der Fläche gleich, und man gestattete dem Sicherheitsventile dann nicht, sich zu heben: so folgt, daſs nun alle Dämpfe, die erzeugt werden, mit dem vom

Sicherheitsventile für den Kessel bestimmten Maximo der Spannung, durch die Cylinder entweichen und folglich die Kolben vor sich her treiben werden, mit einer constanten Kraft, die dem Maximo der Spannung der Dämpfe, multiplicirt mit der Fläche der Kolben, gleich ist. Und da nun diese constante Kraft nach der Voraussetzung jener mittleren Kraft der Widerstände der Kurbel gleich sein soll, so ergiebt sich die Geschwindigkeit, mit welcher die Kolben, und durch sie die Kurbel und der Wagenzug fortgetrieben werden, daraus, dafs gerade so viele Cylinder voll Dampf, mit dem Maximo der Spannung, in einer bestimmten Zeit ausströmen müssen, als in der nemlichen Zeit erzeugt werden. Die Geschwindigkeit der Ausströmung der Dämpfe, welche diejenige der Kolben selbst ist, ist zwar dabei durchaus nicht constant: aber sie ist im Ganzen gleichförmig, und ihr Mittel mufs von der Art sein, dafs alle Dämpfe, welche erzeugt werden, ohne ihre Spannung, und folglich ihr Volumen zu verändern, entweichen können. Da in dem jetzt angenommenen Falle die Kolben im Durchschnitt eben so stark widerstehen sollen, wie das Sicherheitsventil, und es auch nicht möglich ist, dafs sie stärker widerstehen, so nennt der Herr Verfasser mit Recht diejenige Ladung, welche jenem mittleren Widerstande der Kolben entspricht, das Maximum der Ladung, und es ist nicht möglich, dafs die Maschine, mit ihrer durch das Sicherheitsventil normirten Spannung der Dämpfe, eine stärkere Ladung fortschaffe. Die Geschwindigkeit, mit welcher das Maximum der Ladung bewegt wird, richtet sich danach, dafs in einer bestimmten Zeit eben so viele Cylinder voll Dämpfe entweichen, als erzeugt werden.

Aber die Ladung kann geringer sein. Und da nun die Dampf-Erzeugung, nemlich die Erzeugung eines bestimmten Volumens Dampf, mit dem durch das Sicherheitsventil normirten Maximo der Spannung, sich nicht ändert, so frägt sich, was in diesem zweiten Falle geschehen werde. Es ist in demselben eine geringere constante Kraft in der Richtung der Cylinder-Achsen zur Fortbewegung der Ladung nöthig, als vorhin: also kann nichts anderes geschehen, als dafs die constante bewegende Kraft, nemlich die Spannung der Dämpfe, ebenfalls abnimmt. Dieses aber kann nicht anders geschehen, als dafs der erzeugte Dampf in ein gröfseres Volumen sich ausdehnt, was nach der Hypothese im umgekehrten Verhältnifs der Spannung geschieht. Dieses gröfsere Volumen mufs jetzt ausströmen; und das wiederum kann nicht anders ge-

schehn, als dafs die Ausströmung mit gröfserer Geschwindigkeit erfolgt; denn es müssen jetzt in der gleichen Zeit mehr Cylinder voll Dampf (von geringerer Spannung) entströmen, als vorhin. Also besteht der Erfolg darin, dafs die geringere Ladung mit gröfserer Geschwindigkeit fortbewegt wird, als die gröfsere.

Auf diesen Ansichten beruht die Theorie des Herrn Verfassers, und sie ist also, wenn man die beiden Voraussetzungen zugiebt: dafs der Druck der Dämpfe auf die Kolbenfläche constant sei, und dafs das Volumen einer bestimmten Dampfmasse sich umgekehrt wie die Spannung verhalte, vollkommen schlufsgerecht.

Beide Voraussetzungen können nun zwar angefochten werden. Denn die zweite, dafs das Volumen einer bestimmten Dampfmasse sich umgekehrt wie ihre Spannung verhalte, worüber allein nur die Erfahrung Auskunft geben kann, ist, eben der Erfahrung nach, nur näherungsweise richtig; die erste Voraussetzung, dafs der Druck der Dämpfe auf die Kolben constant sei, ist, gerade von der zweiten ausgehend, auch theoretisch nicht genau; denn da der Raum, welchen der Dampf ausfüllt, stets durch die Hin- und Herbewegung der Kolben sich verändert, folglich sein Volumen, und mithin auch die Spannung nicht constant sein kann, so kann auch der Druck auf die Kolben nicht constant sein.

Indessen kommen beide Voraussetzungen der Wahrheit nahe, und der Herr Verfasser that in dieser Rücksicht gewifs besser, sie zu gestatten, als auf künstliche Rechnungen sich einzulassen; dies nicht blofs deshalb, um die Theorie zu vereinfachen, und weil das Resultat wahrscheinlicherweise doch schon der Wahrheit nahe kommt, sondern noch mehr deshalb, weil an die Stelle der beiden Hypothesen doch wieder andere würden gesetzt werden müssen, die nicht sicherer sind als die ersten, und daher durch die künstlichen Rechnungen kaum einmal etwas gewonnen werden würde, wenigstens an der Sicherheit nicht, was gerade die Hauptsache ist. Das ist es eben, warum man, nach der Meinung des Herausgebers dieses Journals, in technischen Dingen, und überhaupt in complicirten Fällen der Wirklichkeit, so viel wie möglich künstliche Rechnungen zu vermeiden, und, so lange es nur irgend noch geht, bei dem Möglichst-Einfachen stehen bleiben sollte. Durch die Künstlichkeit gewinnt man selten etwas an der Sicherheit; im Gegentheil aber: wer auf die schweren Rechnungen zu viel vertraut, geräth in die Gefahr grofser Feh-

ler, die in der Ausübung oft schon sehr wesentlichen Schaden angerichtet haben. D. H.]

§. 61.

Tafel des unter verschiedenen Graden der Spannung erzeugten Dampfvolumens, nothwendig für die Anwendung der Formeln.

Da es für die Anwendung der obigen Formeln nothwendig ist, das Volumen zu kennen, welches der Dampf unter verschiedenen Graden des Drucks einnimmt, so fügen wir hier eine, von 5 zu 5 Pfd. (Engl.) Druck auf den Quadratzoll (Engl.) berechnete Tafel bei. [Sie ist hier auf Preufsische Pfunde und Quadratzolle reducirt. D. H.] Die zwischen-liegenden Grade hätten leicht ausgefüllt werden können; aber es wäre unnütz gewesen, da, wie wir sehen werden, die Spannung im Kessel nur einen so geringen Einflufs auf die Geschwindigkeit hat, dafs man ohne Nachtheil nur die nächste Spannung nehmen darf, welche die Tafel angiebt; nebst dem derselben correspondirenden Volumen.

Die Ursache, weshalb der Einflufs der Spannung auf die Geschwindigkeit so gering ist, liegt darin, dafs, fast ganz in dem Verhältnisse, wie die Spannung wächst, das Volumen des Dampfes gegenseits abnimmt, so dafs das in den Gleichungen vorkommende Product mP sehr nahe stets denselben Werth behält. Wir werden diesen Umstand bei der Berechnung der Geschwindigkeit für verschiedene Spannungen alsbald bestätigt finden.

Tafel des Volumens des unter verschiedenen Spannungen erzeugten Wasserdampfes.

Spannung des Dampfes. Auf den Quadratzoll. Pfunde.	Spannung des Dampfes. In Atmosphären.	Correspondirende Fahrenheitsche Thermometer-grade.	Das Volumen des Dampfes enthält das Volumen des Wassers, aus welchem er erzeugt wurde
15,39	1,021	212,6	1670 mal.
20,53	1,361	227,9	1282 -
25,66	1,701	240,3	1044 -
30,79	2,041	250,8	883 -
35,92	2,381	260,0	767 -
41,05	2,721	268,1	678 -
46,18	3,061	275,4	609 -
51,31	3,401	282,0	553 -
56,45	3,742	288,1	506 -
61,58	4,082	293,8	468 -
66,71	4,422	299,1	435 -
71,84	4,762	304,0	407 -
76,97	5,102	308,7	382 -
82,10	5,422	313,1	360 -
87,23	5,782	317,3	341 -
92,37	6,122	321,3	324 -
97,50	6,463	325,1	308 -
102,63	6 803	328,8	294 -

§. 62.

Von den Verhältnissen, welche die Theile der Maschinen haben müssen, wenn dieselben mehrere Bedingungen zugleich erfüllen sollen.

Wir haben oben die verschiedenen auf die Bewegung sich beziehenden Formeln einzeln gegeben. Sie lassen sich aber auch leicht mit einander verbinden. Um ein Beispiel davon, und zugleich eine practische Anwendung der bis jetzt gefundenen Resultate zu geben, wollen wir annehmen, man verlange einen Dampfwagen, der, während er ein gewisses Maximum der Ladung zieht, zugleich eine andere gegebene Ladung mit einer gewissen bestimmten Geschwindigkeit fortzuziehen vermöge.

In diesem Falle werden wir den Durchmesser der Cylinder der ersten und die Heitzfläche im Kessel der zweiten Bedingung gemäfs bestimmen können. Es bezeichne also M_1 das gegebene Maximum der Ladung, M_2 aber die andere bestimmte Ladung, und V_2 die Geschwindigkeit für die zweite Ladung: so ist zufolge der Formeln (7.) und (3.) (§. 60.)

$$d = \sqrt{\left(\frac{D(F+(\delta+n)M_1)}{(P-\varrho)l}\right)} \text{ und}$$

$$S = \frac{144\,V^2[(F+(\delta+n)M_2)D+\varrho d^2 l]}{m P D}.$$

Die erste dieser Gleichungen giebt den Durchmesser der Cylinder und, diesen in die zweite gesetzt, findet man S.

Die Aufgabe kommt in dem Falle bei Eisenbahnen vor, wenn man verlangt, dafs der Dampfwagen eine bestimmte Ladung auf den horizontalen Stellen mit einer gewissen regelmäfsigen Geschwindigkeit fortzuziehen, zugleich aber nicht horizontale Stellen, von bestimmtem Abhange, mit der bestimmten Ladung ohne Hülfe zu ersteigen im Stande sein soll.

Wir wollen also z. B. annehmen, es solle ein Dampfwagen gebaut werden, welcher, das eigene Gewicht zu $236\frac{1}{2}$ Ctr. angeschlagen, im Stande sei, 1971 Ctr. (100 Tonnen Engl.) auf horizontaler Bahn 8546 Ruthen (20 Engl. M.) weit in der Stunde fortzuziehen, zugleich aber mit mit der nemlichen Ladung, obwohl mit verminderter Geschwindigkeit, Abhänge von 1 auf 200 zu ersteigen.

Auf horizontaler Bahn hat der Dampfwagen nur den Widerstand der Ladung, der aus der Reibung entsteht zu überwinden: bergan dagegen mufs er auch noch das Bestreben der Ladung, zurück, bergab zu rol-

len, aufheben. Dieses Bestreben hängt von dem Gewichte der Ladung und von dem Abhange ab; es ist die Wirkung der Schwere auf der schiefen Ebene und gleich dem Gewichte, dividirt durch die Zahl, welche ausdrückt, wie viel mal die Höhe des Abhanges in seiner Länge enthalten ist.

Auf dem angenommenen Abhange von 1 auf 200 beträgt also dieses Bestreben hier $\frac{1971 + 236\frac{1}{2}}{200} = \frac{2207\frac{1}{2}}{200}$ Ctr. Nun ist, wie in §. 60. bei δM bemerkt, $\delta + n = \frac{9}{2240}$. Also beträgt der Widerstand von $\frac{2207\frac{1}{2}}{200}$ Ctr. auf dem Abhange so viel, als wenn er auf horizontaler Bahn von einer Ladung von $\frac{2207\frac{1}{2}}{200} \cdot \frac{2240}{9} = 2740$ Ctr. herrührte. Es ist also auf dem Abhange so viel, als ob $1971 + 2740 = 4711$ Ctr. auf horizontaler Bahn fortzuziehen wären. Wir haben daher

$$M_1 = 4711 \text{ Ctr.} \quad \text{und} \quad M_2 = 1971 \text{ Ctr.}$$

Da das Gewicht des Dampfwagens an sich $236\frac{1}{2}$ Ctr. gesetzt worden ist, so wird er, wenn die Räder gekuppelt werden, eine Reibung F von etwa 174 Pfd. haben. Setzen wir nun den Durchmesser D der Räder 58,27 Zoll (5 F. Engl.), die Länge des Kolbenlaufes $l = 15,54$ Zoll (16 Zoll Engl.), und dafs die Spannung des Dampfes im Kessel $P - \varrho$ nicht über 61,57 Pfd. auf den Quadratzoll betragen soll (60 Pfd. Engl. auf den Engl. Quadratzoll), so findet sich

$$d = \sqrt{\left[\frac{58,27\,(174 + \frac{9}{2240} \cdot 4711 \cdot 110)}{61,57 \cdot 15,54}\right]} = 11,65 \text{ Zoll.}$$

Diesen Durchmesser also müssen die Cylinder haben.

Es mufs nun der gefundene Werth von d in die obige zweite Gleichung gesetzt werden, nebst den übrigen Daten der Aufgabe. Erwägt man hierbei, dafs während der Fahrt des Wagens die wirksame Spannung im Kessel $P - \varrho$ von den obigen 61,57 auf 51,3 Pfd. (50 Pfd. Engl. auf den Engl. Quadratzoll) herabsinken möchte, welches für P 66,71 Pfd. giebt, für welches P nach der Tabelle im vorigen Abschnitte $m = 435$ ist: so giebt die zweite obige Gleichung

$$S = \frac{144 \cdot 8546\,[(174 + \frac{9}{2240} \cdot 1971 \cdot 110)\,58,27 + 14,41 \cdot 11,65 \cdot 11,65 \cdot 15,54]}{435 \cdot 66,71 \cdot 58,27}$$
$$= 67502 \text{ Cubikzoll.}$$

nüssen also von der Maschine etwa 39 Cubikfuſs Wasser in verdampft werden, was nach den obigen Regeln 135 Quadrat-te Heitzfläche erfordert, also etwa 47 Quadratfuſs Fläche der 34 Quadratfuſs Röhrenfläche.

s Beispiel wird hinreichen, um zu sehen, wie die Rechnungen sind. Andere Combinationen der Formeln geschehen auf ähn-, und es ist nichts weiter nöthig, als die Formeln so zu ver- daraus die gesuchten Gröſsen hervorgehen.

Abschnitt VI.

Practische Tafeln der Verhältnisse und Wirkungen der Maschinen.

§. 63.

Tafel der Durchmesser der Cylinder und der Spannung der Dämpfe für ein gegebenes Maximum der Ladung.

Wir haben vorhin für einen einzelnen bestimmten Fall den Durchmesser berechnet, welchen die Cylinder eines Dampfwagens haben müssen, der unter einer bestimmten Dampfspannung ein bestimmtes Maximum der Ladung fortschaffen soll. Durch gleiche Rechnungen haben wir die folgende Tafel aufgestellt, welche den Durchmesser der Cylinder zeigt, wenn die Spannung des Dampfes im Kessel bestimmt ist, und umgekehrt, oder auch das Maximum der Ladung für einen bestimmten Cylinder-Durchmesser und eine bestimmte Dampfspannung.

Es ist hierbei zu erinnern, daſs die nach der Tafel eingerichteten Maschinen nur dann die bestimmte Ladung zu ziehen vermögen werden, wenn die Schienen in einem Zustande sich befinden, daſs die Räder darauf hinreichend e i n g r e i f e n können. Auſserdem würde, wie sich weiter im 8ten Capitel zeigen wird, die erwartete Wirkung nicht erfolgen.

Tafel der Durchmesser der Cylinder und der Spannung der Dämpfe, welche mit einem gegebenen Maximo der Ladung correspondiren.

Beschreibung des Dampfwagens.	Maximum des Gewichts des Wagenzuges, einschliefslich des Munitionswagens. Ctr.	Durchmesser der Cylinder in Zollen, für eine Spannung der Dämpfe im Kessel, die auf den Quadratzoll beträgt: 51,3 Pfd. Zoll.	56,4 Pfd. Zoll.	61,6 Pfd. Zoll.	67,7 Pfd. Zoll.	71,8 Pfd. Zoll.
	1971	8,55	8,16	7,77	7,48	7,19
Durchmesser der Räder . . . 58,27 Zoll.	2465	9,42	8,93	8,55	8,25	7,96
Länge des Kolbenlaufes . . . 15,54 Zoll.	2957	10,20	9,71	9,32	8,93	8,64
Gewicht des Dampfwagens . . 157,7 Ctr.	3449	10,97	10,49	10,00	9,61	9,23
Vermuthliche Reibung in dem-	3942	11,65	11,17	10,68	10,20	9,91
selben . . . . 116 Pfd.	4435	12,33	11,75	11,27	10,78	10,39
	4928	13,01	12,33	11,85	11,36	10,97
	3942	11,85	11,27	10,78	10,39	10,00
Durchmesser der Räder . . . 58,27 Zoll.	4435	12,53	11,95	11,46	10,97	10,59
Länge des Kolbenlaufes . . . 15,54 Zoll.	4928	13,11	12,53	11,95	11,56	11,07
Gewicht des Dampfwagens . . 236,5 Ctr.	5420	13,69	13,11	12,53	12,04	11,56
Vermuthliche Reibung in dem-	5913	14,28	13,60	13,01	12,53	12,04
selben . . . . 174 Pfd.	6406	14,86	14,18	13,60	13,01	12,53
	6899	15,34	14,66	13,98	13,50	13,01
	3942	11,17	10,59	10,20	9,71	9,42
Durchmesser der Räder . . . 58,27 Zoll.	4435	11,75	11,17	10,68	10,29	9,91
Länge des Kolbenlaufes . . . 17,48 Zoll.	4928	12,33	11,75	11,27	10,78	10,39
Gewicht des Dampfwagens . . 216,8 Ctr.	5420	12,92	12,33	11,75	11,27	10,88
Vermuthliche Reibung in dem-	5913	13,40	12,82	12,24	11,75	11,36
selben . . . . 160 Pfd.	6406	13,98	13,30	12,72	12,24	11,75
	6899	14,47	13,79	13,21	12,62	12,24

§. 64.

Tafel der Länge des Kolbenlaufes und des Räder-Durchmessers für den gleichen Fall und für eine gegebene Spannung der Dämpfe.

Die folgende Tafel ist aus der Formel für l No. 8. §. 60. berechnet, und zwar für die am gewöhnlichsten vorkommenden Maschinen. Sie giebt die Länge des Kolbenlaufes und den Durchmesser der Räder für eine bestimmte Dampfspannung und für ein bestimmtes Maximum der Ladung, und umgekehrt.

Tafel der Länge des Kolbenlaufes und des Durchmessers der Räder, die mit einem gegebenen Maximo der Ladung correspondiren.

Beschreibung des Dampfwagens.	Maximum des Gewichts des Wagenzuges, den Munitionswagen einschliefslich.	Länge des Kolbenlaufes in Zollen, für einen Durchmesser der Triebräder von 35 Zoll.	46,6 Zoll.	58,27 Zoll.	70 Zoll.
	Ctr.	Zoll.	Zoll.	Zoll.	Zoll.
Durchmesser der Cylinder . . . . . . 10,68 Zoll.	2957	8,45	11,36	14,18	17,00
Gewicht des Dampfwagens . . . . . . 157,7 Ctr.	3449	9,81	13,01	16,32	19,62
Vermuthliche Reibung in demselben . . 116 Pfd.	3942	11,07	14,76	18,45	22,14
Wirksame Spannung des Dampfes im	4435	12,43	16,51	20,69	24,76
Kessel auf den Quadratzoll . . . . 51,3 Pfd.	4928	12,69	18,26	22,82	27,39
Durchmesser der Cylinder . . . . . . 11,65 Zoll.	3942	9,52	12,62	15,83	18,94
Gewicht des Dampfwagens . . . . . . 197 Ctr.	4435	10,59	14,08	17,58	21,17
Vermuthliche Reibung in demselben . . 145 Pfd.	4928	11,65	15,54	19,42	23,27
Wirksame Spannung des Dampfes im	5420	12,72	17,00	21,27	25,54
Kessel auf den Quadratzoll . . . . 51,3 Pfd.	5913	13,89	18,45	23,11	27,68
	3942	8,17	10,88	13,60	16,32
Durchmesser der Cylinder . . . . . . 12,62 Zoll.	4439	9,03	12,14	15,15	18,16
Gewicht des Dampfwagens . . . . . . 216,8 Ctr.	4928	10,00	13,30	16,70	20,01
Vermuthliche Reibung in demselben . . 160 Pfd.	5420	10,97	14,57	18,26	21,85
Wirksame Spannung des Dampfes im	5913	11,85	15,83	19,81	23,70
Kessel auf den Quadratzoll . . . . 51,3 Pfd.	6406	12,82	17,09	21,37	25,64
	6899	13,69	18,26	22,92	27,48
	4928	8,64	11,56	14,47	17,38
Durchmesser der Cylinder . . . . . . 13,6 Zoll.	5420	9,52	12,62	15,83	18,94
Gewicht des Dampfwagens . . . . . . 236,5 Ctr.	5913	10,29	13,69	17,19	20,59
Vermuthliche Reibung in demselben . . 174 Pfd.	6406	11,07	14,76	18,45	22,14
Wirksame Spannung des Dampfes im	6899	11,95	15,83	19,81	23,79
Kessel auf den Quadratzoll . . . . 51,3 Pfd.	7391	12,72	16,90	21,17	25,44
	7884	13,50	17,97	22,53	27,00

§. 65.

Tafel der Heitzflächen für gegebene Geschwindigkeiten und Ladungen.

Um die Praxis zu erleichtern, wollen wir auch, für die am meisten vorkommenden Fälle, die Heitzfläche für verlangte Wirkungen der Maschinen berechnen.

Die folgende nach der Formel No. 3. §. 60. berechnete Tafel giebt nicht allein die für vorausbestimmte Wirkungen nothwendige Heitzfläche, sondern auch die Geschwindigkeit einer bestimmten Ladung für eine gegebene Heitzfläche.

Die Tafel setzt durchweg 51,3 Pfd. auf den Quadratzoll wirksame Dampfspannung im Kessel voraus. Da aber die Dampfspannung, wie sich weiter unten zeigen wird, auf die Geschwindigkeit nur wenig Einfluſs hat, so läſst sich, wenn die Maschine unter einem höheren Drucke wirkt, das Maximum der Ladung verstärken. Inzwischen ist für die in der Tafel angenommenen Ladungen, wenn die bestimmte Geschwindigkeit hervorgebracht werden soll, die angegebene Heitzfläche nothwendig. Auf solche Weise paſst die Tafel auch für eine gröſsere oder geringere Dampfspannung als 51,3 Pfd. auf den Quadratzoll. Der Unterschied erstreckt sich nur auf das Maximum der Ladung, welche mit der Dampfspannung ab- und zunimmt.

Die Heitzfläche selbst wird, wie in §. 60. beschrieben, gemessen.

Tafel der Heitzfläche für eine bestimmte Geschwindigkeit und Ladung.

Beschreibung des Dampfwagens.	Gewicht des Wagenzuges, einschlieſslich des Munitionswagens. Ctr.	Heitzfläche des Kessels in Quadratfuſsen, für eine Geschwindigkeit, die auf die Stunde beträgt: 4273 Ruth. Quadr.-F.	6409 Ruth. Quadr.-F.	8546 Ruth. Quadr.-F.	10687 Ruth. Quadr.-F.	12819 Ruth. Quadr.-F.
Durchmesser der Räder . . . 58,27 Zoll.	493	33,95	50,93	66,96	83,94	100,91
Länge des Kolbenlaufes . . . 15,52 Zoll.	986	43,38	64,13	85,82	106,57	128,26
Durchmesser der Cylinder . . 10,68 Zoll.	1478	51,87	78,28	103,74	130,15	155,61
Gewicht des Dampfwagens . . 157,7 Ctr.	1971	61,30	91,48	122,61	152,79	182,97
Vermuthliche Reibung in demselben . . . . 116 Pfd.	2465	70,73	105,63	140,52	175,42	210,32
Wirksame Dampfspannung auf den Quadratzoll . . . . . 51,3 Pfd.	2957	79,22	118,83	158,44	198,06	237,67
	3252	84,88	127,32	169,76	212,20	—
Durchmesser der Räder . . . 58,27 Zoll.	986	48,10	71,68	95,26	118,83	142,41
Länge des Kolbenlaufes . . . 15,52 Zoll.	1478	56,59	84,88	113,17	141,47	169,76
Durchmesser der Cylinder . . 11,65 Zoll.	1971	66,02	99,03	132,04	165,05	198,06
Gewicht des Dampfwagens . . 197 Ctr.	2465	75,45	113,17	149,96	187,68	225,41
Vermuthliche Reibung in demselben . . . . 146 Pfd.	2957	84,88	126,38	168,82	210,32	252,76
Wirksame Dampfspannung auf den Quadratzoll . . . . . . 51,3 Pfd.	3449	93,37	140,52	186,74	233,89	280,11
	3863	100,91	151,84	202,77	252,76	—
Durchmesser der Räder . . . 58,27 Zoll.	986	52,81	78,28	104,69	130,15	156,56
Länge des Kolbenlaufes . . . 15,52 Zoll.	1478	61,30	92,43	122,61	153,73	183,91
Durchmesser der Cylinder . . 12,62 Zoll.	1971	70,73	105,63	141,47	176,36	211,26
Gewicht des Dampfwagens . . 216,8 Ctr.	2465	80,17	119,78	159,39	199,00	238,61
Vermuthliche Reibung in demselben . . . . 160 Pfd.	2957	88,65	132,98	177,31	221,63	265,96
Wirksame Dampfspannung auf den Quadratzoll . . . . . 51,3 Pfd.	3449	98,08	147,13	196,17	245,21	—
	3942	107,52	161,27	214,09	267,85	—
	4435	116,95	174,48	232,95	—	—
	4553	118,83	178,25	236,72	—	—

Beschreibung des Dampfwagens.	Gewicht des Wagenzuges, einschliefslich des Munitionswagens.	Heitzfläche des Kessels in Quadratfufsen für eine Geschwindigkeit, die auf die Stunde beträgt:				
		4273 Ruth.	6409 Ruth.	8546 Ruth.	10687 Ruth.	12819 Ruth.
	Ctr.	Quadr.-F.	Quadr.-F.	Quadr.-F.	Quadr.-F.	Quadr.-F.
	986	57,53	85,82	114,12	142,41	170,70
Durchmesser der Räder . . . 58,27 Zoll.	1478	66,02	99,97	132,98	165,99	199,00
Länge des Kolbenlaufes . . . 15,52 Zoll.	1971	75,45	113,17	150,90	188,62	226,35
Durchmesser der Cylinder . . 13,6 Zoll.	2465	84,88	127,32	169,76	211,26	253,70
Gewicht des Dampfwagens . . 236,5 Ctr.	2957	94,31	140,52	187,68	234,84	281,05
Vermuthliche Reibung in dem-	3449	102,80	154,67	205,60	257,47	—
selben . . . . 174 Pfd.	3942	112,23	167,88	224,46	280,11	—
Wirksame Dampfspannung auf	4435	121,66	182,02	242,38	—	—
den Quadratzoll . . . . . 51,3 Pfd.	4928	131,09	196,17	261,24	—	—
	5302	137,70	206,54	274,45	—	—
Durchmesser der Räder . . . 58,27 Zoll.	986	58,47	86,77	116,00	144,30	173,53
Länge des Kolbenlaufes . . . 17,48 Zoll.	1478	66,96	100,91	133,92	167,88	200,88
Durchmesser der Cylinder . . 11,65 Zoll.	1971	76,39	114,12	152,79	190,51	228,24
Gewicht des Dampfwagens . . 216,8 Ctr.	2465	85,82	128,26	170,70	213,15	255,59
Vermuthliche Reibung in dem-	2957	94,31	142,41	189,57	236,72	283,88
selben . . . . 160 Pfd.	3449	103,74	155,61	207,49	259,36	—
Wirksame Dampfspannung auf	3942	113,17	169,76	225,41	281,99	—
den Quadratzoll . . . . . . 51,3 Pfd.	4356	120,72	181,08	241,44	—	—

§. 66.

Tafel der Geschwindigkeit für gegebene Ladungen, und umgekehrt.

Wir haben Tafeln für Fälle gegeben, wo ein Dampfwagen für eine bestimmte Wirkung gebaut werden soll. Das Umgekehrte kann ebenfalls vorkommen, nemlich, dafs die Frage ist, welche Wirkung eine schon vorhandene Maschine haben werde, deren Theile man schon sämmtlich messen kann.

Um hier eine vollständige und practische Anwendung von den obigen Formeln zu machen, wollen wir nach Formel I. §. 60. berechnen, mit welcher Geschwindigkeit Dampfwagen, wie die Liverpooler, mit Cylindern von 10,68 und 11,65 Zoll im Durchmesser, eine bestimmte Ladung fortziehen werden. Auf diesem Wege werden wir dann durch Versuche mit den Liverpooler Wagen, welche weiterhin beschrieben werden sollen, zugleich die Richtigkeit der a priori gefundenen Formeln an der Erfahrung prüfen können.

Da die folgende Tafel auch sonst in der Ausübung von Nutzen sein kann, indem sie ohne weitere Rechnung die Resultate angiebt, so wer-

den wir die Tafel auch auf andere, gewöhnlich noch auf Eisenbahnen vorkommende Fälle ausdehnen.

Die Tafel giebt die einer bestimmten Ladung entsprechende Geschwindigkeit an, und man kann also daraus umgekehrt auch die Ladung entnehmen, wenn die Geschwindigkeit gegeben ist. Eben so giebt die Tafel, da wir uns in den Columnen derselben auf die Ladungen haben beschränken müssen, welche die Maschine unter einer bestimmten Dampfspannung nach Formel 5. §. 60. zu ziehen vermag, auch das Maximum der Ladung für eine bestimmte Dampfspannung, so wie die correspondirende Geschwindigkeit an.

In der letzten Columne ist der Stand des Regulators angegeben. Wenn derselbe ganz offen ist, so steht 1, wenn er nur halb offen ist, ½.

Dieses gilt, wie für die gegenwärtige, auch für die folgenden Tafeln.

Tafel der Geschwindigkeit einer Maschine für eine gegebene Ladung, und umgekehrt.

Beschreibung der Maschinen.	Gewicht des Wagenzuges, einschliesslich des Munitionswagens. Ctr.	Geschwindigkeit auf horizontaler Bahn in Ruthen, auf die Stunde, wenn die Spannung des Dampfes im Kessel auf den Quadratzoll beträgt: 51,3 Pfd. Ruthen.	56,4 Pfd. Ruthen.	61,6 Pfd. Ruthen.	Stand des Regulators.
	493	17122	17254	17348	1
	986	13392	13494	13571	1
Durchmesser der Cylinder . . . 10,68 Zoll.	1478	10999	11080	11135	1
Länge des Kolbenlaufes . . . . 15,52 Zoll.	1971	9328	9401	9452	1
Durchmesser der Räder . . . . 58,27 Zoll.	2465	8102	8161	8208	1
Reibung im Dampfwagen . . . 106,5 Pfd.	2957	7157	7213	7251	1
Heitzfläche . . . . 132 Quadr.-F.	3272	6662	6713	6751	1
Verdampfung in 1 Stunde . . . 38,5 Cub.-F.	3449	—	6461	6499	1
	3627	—	6230	6264	1
	3982	—	—	5841	1
	493	14720	14832	14917	1
	986	11879	11969	12033	1
	1478	9952	10029	10084	1
Durchmesser der Cylinder . . . 11,65 Zoll.	1971	8567	8636	8683	1
Länge des Kolbenlaufes . . . . 15,52 Zoll.	2465	7520	7576	7619	1
Durchmesser der Räder . . . . 58,27 Zoll.	2957	6700	6751	6780	1
Reibung im Dampfwagen . . . 147 Pfd.	3449	6042	6089	6125	1
Heitzfläche . . . . 132 Quadr.-F.	3844	5602	5645	5645	1
Verdampfung in 1 Stunde . . . 38,5 Cub.-F.	3942	—	5546	5576	1
	4277	—	5226	5256	1
	[illegible]	—	—	4662	1

Beschreibung der Maschinen.	Gewicht des Wagenzuges, einschliefslich des Munitionswagens.	Geschwindigkeit auf horizontaler Bahn in Ruthen, auf die Stunde, wenn die Spannung des Dampfes im Kessel auf den Quadratzoll beträgt:			Stand des Regulators.
	Ctr.	51,3 Pfd. Ruthen.	56,4 Pfd. Ruthen.	61,6 Pfd. Ruthen.	
	986	12405	12499	12571	1
	1478	10546	10623	10682	1
	1971	9170	9238	9289	1
Durchmesser der Cylinder . . . 12,62 Zoll.	2465	8110	8174	8217	1
Länge des Kolbenlaufes . . . . 15,52 Zoll.	2957	7273	7328	7367	1
Reibung im Dampfwagen . . . 160 Pfd.	3449	6589	6640	6679	1
Heitzfläche . . . . 151 Quadr.-F.	3942	6025	6072	6106	1
Verdampfung in 1 Stunde . . . 44 Cubikfufs.	4435	5551	5593	5623	1
	4553	5448	5487	5521	1
	5046	—	5093	5123	1
	5539	—	—	4777	1
	986	12746	12845	12913	1
	1478	10977	11059	11123	1
	1971	9640	9713	9768	1
	2465	8593	8657	8704	1
Durchmesser der Cylinder . . . 13,60 Zoll.	2957	7751	7811	7854	1
Länge des Kolbenlaufes . . . . 15,52 Zoll.	3449	7059	7110	7153	1
Reibung im Dampfwagen . . . 174 Pfd.	3942	6482	6529	6568	1
Heitzfläche . . . . 170 Quadr.-F.	4435	5991	6033	6068	1
Verdampfung in 1 Stunde . . . 49,5 Cubikfufs.	4928	5568	5610	5640	1
	5302	5286	5324	5354	1
	5874	—	4944	4969	1
	6445	—	—	4636	1
	986	11178	13264	11328	1
	1478	9644	9717	9772	1
Durchmesser der Cylinder . . . 11,65 Zoll.	1971	8482	8546	8593	1
Länge des Kolbenlaufes . . . . 17,48 Zoll.	2465	7567	7627	7670	1
Reibung im Dampfwagen . . . 160 Pfd.	2957	6833	6884	6922	1
Heitzfläche . . . . 151 Quadr.-F.	3449	6226	6273	6311	1
Verdampfung in 1 Stunde . . . 44 Cubikfufs.	3942	5722	5764	5794	1
	4356	5354	5397	5427	1
	4849	—	5012	5042	1
	5322	—	—	4722	1

Wir erinnern hier, dafs, wie schon oben bemerkt, die Spannung der Dämpfe blofs auf die Gröfse der Ladung Einflufs hat, und fast gar keinen Einflufs auf die Geschwindigkeit. Dieses Resultat ist den Principien ganz gemäfs. Denn es betrage z. B. die zur Fortbewegung der Ladung nothwendige Spannung der Dämpfe gegen den Kolben 46 Pfd. auf

den Quadratzoll, so hat es offenbar, wenn der Dampf sonst nur von dieser Spannung durch die Heitzfläche in hinreichender Menge erzeugt wird, auf die Bewegung nur wenig Einfluſs, ob der Dampf im Kessel zuerst mit 75, oder mit 65 Pfd. Spannung, oder wie stark sonst, aufgesammelt gewesen sein mag. Sobald er zu wirken anfängt, muſs er auf irgend eine Weise auf die Spannung von 46 Pfd. auf den Quadratzoll zurückkommen, und die Geschwindigkeit hängt nur bloſs von der Masse Dampf von 46 Pfd. Spannung ab, die der Kessel liefert. Ein geringer Vortheil einer stärkeren Spannung liegt darin, daſs weniger Feuerung nöthig ist; wobei aber nicht etwa mehr Wasser, sondern nur das nemliche Wasser in Dampf von stärkerer Spannung verwandelt wird.

Die obigen Tafeln zeigen die von einer Maschine von gegebenen Abmessungen zu erwartende Wirkung an, sowohl was die Geschwindigkeit als was die Ladung betrifft. Nur kann die Wirkung nur dann erlangt werden, wenn die Maschine alle ihre Kraft zu entwickeln vermag. Wenn dagegen z. B. das Feuer nicht kräftig genug ist, so wird nicht Wasser genug verdampft werden, und die Wirkung der Maschine wird abnehmen. Ist die Maschine nicht in gutem Stande, und verliert etwa durch Lecken im Kessel, oder an den Kolben oder Ventilen, oder sonst wo Dampf, so wird offenbar ihre Wirkung ebenfalls geschwächt werden.

Läſst man durch Verkleinerung der Öffnung des Regulators bloſs einen Theil der Dämpfe in die Cylinder gelangen, so wird, weil der Kessel fortfährt, die nemliche Menge Dampf zu liefern, mehr Dampf durch die Ventile, ohne Wirkung auf die Kolben, verloren gehen. Wenn alsdann das Feuer abnimmt, weil weniger Dampf durch den Schornstein ausströmt, so wird weniger Dampf erzeugt werden, welches dann wieder Einfluſs auf die Geschwindigkeit hat. Dieser Fall kommt bei kleineren Ladungen vor. Man darf die Geschwindigkeit nicht ohne Gefahr verhältniſsmäſsig zu sehr zunehmen lassen. Sobald der Führer des Wagens bemerkt, daſs die Fahrt gar zu schnell geht, verschlieſst er mehr den Regulator, und mäſsigt das Feuer, um die Geschwindigkeit zu mäſsigen. Bei allen hier unten folgenden Versuchen werden wir sehen, daſs nur einmal die Geschwindigkeit auf $7\frac{1}{2}$ Meilen in der Stunde stieg; welches die gröſste Geschwindigkeit ist, die man bis jetzt die Dampfwagen hat erreichen lassen, einzelne kurze Zeiträume ausgenommen.

In den obigen Tafeln ist das Maximum der Ladung, unter gegebener Dampfspannung, der Bedingung gemäſs bestimmt worden, daſs der

Widerstand der Kolben nicht gröfser sei als die bewegende Kraft; wie schon bemerkt. Wir sehen nun, dafs Cylinder von 10,68 Zoll Durchmesser, unter 61,6 Pfd. wirksamen Druck auf den Quadratzoll, eine Geschwindigkeit von 5769 Ruthen, und Cylinder von 11,65 Zoll Durchmesser, unter 56,4 Pfd. Spannung, eine Geschwindigkeit von 5128 Ruthen in der Stunde aufrecht zu erhalten vermögen. Diese Geschwindigkeiten sind die, wenn die Maschine in ihrem richtigen Stande wirkt, nemlich wenn das Ventil auf 61,6 oder 56,4 Pfd. Spannung gestellt ist. Sollte es dagegen geschehen, dafs, während das Ventil blofs auf 51,3 Pfd. Spannung gestellt ist, eine Spannung von 61,6 oder 56,4 Pfd. durch eine aufserordentliche Hebung des Ventils oder einen Stofs ausströmenden Dampfes hervorgebracht würde, nemlich in dem Falle, wenn der über 51,3 Pfd. Druck hinaus entwickelte Dampf nicht so schnell entweichen kann, als er erzeugt wird: so ist klar, dafs dann, obgleich die Dampf-Erzeugungskraft des Kessels die nemliche bleibt, der wirksame Theil dieser Kraft, und folglich auch die Geschwindigkeit, beträchtlich vermindert werden wird. Dieser Umstand ist die Ursache, dafs zuweilen bei den Versuchen die Geschwindigkeiten um $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Meilen in der Stunde abnahmen. Alsdann mufs der Stand des Ventils beobachtet werden. Man wird daraus finden, dafs die Erhöhung der Spannung blofs aus einem ungeheuren Verlust an Dampf entstand, und es wird leicht sein, durch Heben des Ventils die Ursache der Veränderung der Geschwindigkeit zu entdecken.

Für den Fall des Maximums der Ladung mufs der Dampf offenbar mit der nemlichen Spannung dem Cylinder entströmen, mit welcher er im Kessel erzeugt wird, und die Geschwindigkeit des Kolbens mufs derjenigen gleich sein, mit welcher der Dampf entsteht. Dieser Umstand ist in §. 55. allgemein gezeigt worden. Man kann noch eine Probe davon erhalten, wenn man die Geschwindigkeit berechnet, mit welcher der in einer Minute erzeugte Dampf den Cylinder durchströmen mufs, ohne Veränderung oder Verminderung seiner Spannung. Diese Geschwindigkeit, wird man finden, stimmt mit derjenigen, welche die Tafel angiebt. Dieses giebt also den Beweis, dafs die Spannung im Cylinder, wenn die Maschine mit jener Geschwindigkeit sich fortbewegt, der im Kessel gleich sein mufs.

Diese Fälle des Maximums der Ladung sind diejenigen, welche wir benutzt haben, um die Reibung der beladenen Maschinen zu finden, und wir sahen dabei den Beweis des Satzes, welchen wir zum Grunde

gelegt haben, nemlich, daſs, wenn die Geschwindigkeit weniger als 5128 Ruthen in der Stunde beträgt, die Spannung im Cylinder der im Kessel gleich ist.

Noch ist zu bemerken, daſs bei den Maschinen immer noch ein kleiner Verlust Statt findet, der nicht in Rechnung gebracht worden ist, nemlich der Verlust desjenigen Dampfes, der bei jedem Kolbenlaufe die Canäle von dem Schiebeventile nach den Cylindern hin füllt. Es würde leicht sein, diesen Verlust in Rechnung zu bringen; man dürfte nur den Durchmesser und die Länge der Canäle ausmessen. Aber der Verlust ist zu unbedeutend, und die Rechnung würde nur ohne verhältniſsmäſsigen Nutzen erschwert und verwickelter gemacht werden.

Abschnitt VII.

Bestätigung der Formeln durch Versuche.

§. 67.

Versuche über die Geschwindigkeiten und die Ladung der Maschinen.

Zur Bestätigung der obigen Formeln, und um den Leser in den Stand zu setzen, seine Berechnungen auf Thatsachen zu gründen, theilen wir hier die Resultate einer Reihe von Versuchen mit, welche wir angestellt haben, um durch Erfahrung die Geschwindigkeit zu finden, mit welcher die Dampfwagen, in ihrem täglichen und regelmäſsigen Dienste, bestimmte Ladungen, unter bestimmter Spannung der Dämpfe, fortziehen.

Diese Versuche wurden auf der Eisenbahn zwischen Liverpool und Manchester angestellt. Die Gefälle der Bahn sind durch den Ingenieur Herrn *Dixon* im August 1833 nivellirt worden. Wir geben sie, so weit die Bahn von den Dampfwagen befahren wird. Dieselbe hat noch auſserdem, unter der Stadt Liverpool, drei Tunnels, in welchen aber die Ladungen von feststehenden Dampfmaschinen fortgezogen werden.

Die Abhänge sind, von Liverpool aus nach Manchester zu, folgende:

226,5	Ruthen lang	horizontal,
2234,8	- - -	1 auf 1094 fallend,
628,1	- - -	1 auf 96 steigend,
799,0	- - -	horizontal,
594,0	- - -	1 auf 89 fallend,
1029,8	- - -	1 auf 2762 fallend,
2820,2	- - -	1 auf 849 fallend,
2401,4	- - -	1 auf 1300 steigend,
1863,0	- - -	1 auf 4257 steigend,
12596,8	Ruthen zusammen.	

[54*]

Die Ladungen setzen also der Zugkraft, der Abhänge wegen, einen verschiedenen Widerstand entgegen. Durch das Gewicht der in Bewegung gesetzten Masse wird der Zug beim Fallen der Bahn erleichtert, beim Steigen erschwert.

Wenn z. B. eine Ladung von 2000 Ctr. fortgezogen wird, so sind dazu auf horizontaler Bahn, außer der Reibung im Dampfwagen, $\frac{8}{2240} . 2000 = 7,14$ Ctr. Zugkraft nöthig. Gelangt nun der Wagenzug an eine Steigung von 1 auf 96, so kommen zu dieser Zugkraft $\frac{2000}{96} = 20,71$ Ctr. hinzu, und wenn der Dampfwagen selbst 200 Ctr. wiegt, noch $\frac{200}{96} = 2,07$ Ctr. Im Ganzen also sind, den Abhang hinauf, $7,14 + 20,71 + 2,07 = 29,92$ Ctr. Zugkraft, ohne die Reibung in dem Dampfwagen nöthig, und es ist so viel, als wenn der Dampfwagen auf horizontaler Bahn $\frac{2240}{8} . 29,92 =$ 8377 Ctr. fortzuziehen hätte.

Auf diese Weise ist die Ladung berechnet worden, welche die Maschinen auf den verschiedenen Abhängen fortzuschaffen hatten.

In der zweiten Spalte der Tafeln ist die Spannung im Kessel angegeben; zuerst nach dem Stande der Federwage, und dann nach der Quecksilberwage. Also: z. B., wenn die Wage auf 57 gestellt war, und bis zum Blasen auf 58 stieg, ist 57 — 58 geschrieben worden. Und da bei dem *Atlas* z. B. der Stand der Federwage einem wirksamen Drucke von 61 Pfd. Engl. an der Mercurial-Wage entspricht, so haben wir 57 — 58 = 62,6 Pfd. (61 Pfd. Engl. auf den Engl. Quadratzoll) geschrieben.

Wir haben ferner den Stand des Regulators angezeigt. Doch ist hierbei zu bemerken, daſs wir, da der Griff des Regulators bei den Maschinen nicht auf einem graduirten Kreise sich bewegt, wie es sein sollte, den Grad der Öffnung des Regulators bloſs nach der Ansicht, näherungsweise haben schätzen können.

Die Geschwindigkeiten sind sehr genau beobachtet worden, indem man die Minuten und Viertelminuten anmerkte, wo der Dampfwagen die Viertelmeilensteine der Straſse passirte. Diese Viertelmeilensteine sind, längs der Straſse, numerirt. Zugleich notirte man immer die Dampfspannung im Kessel, nach der Wage am Ventil.

Das Gewicht der Wagen wurde genau, bis auf Pfunde, gewogen. Die Munitionswagen wurden nicht gewogen; aber ihr Gewicht ist im Durchschnitt zu 108,4 Ctr. angesetzt, wenn sie am Wege Wasser eingenommen hatten; sonst zu 98,5 Ctr.

Wir haben auch die Witterung angemerkt, weil bekanntlich mehr Zugkraft nöthig ist, wenn der Wind der Fahrt entgegen bläset, oder gar von der Seite, so dafs er die Radspurkränze gegen die Schienen drückt.

Endlich haben wir die Temperatur des Wassers im Munitionswagen angemerkt, damit man über den Einflufs derselben urtheilen könne. Auch ist das Datum der Versuche angezeigt worden.

Versuche über die Geschwindigkeit und die Ladung der Dampfwagen.

Anmerk. L. M. bedeutet, von Liverpool nach Manchester.
M. L. - - von Manchester nach Liverpool.
St. - - Steigen.
F. - - Fallen.

Datum des Versuches.	Dauer der Fahrt. Der Fahrt selbst. Min.	Des Aufenthalts. Min.	Zusammen. Min.	Zahl der beladenen Wagen.	Zahl der leeren Wagen.	Munitionswagen.	Gewicht. Ctr.	Richtung der Fahrt.	Gefälle der Strafse. 1 auf	Reducirte Ladung. Ctr.	Geschwindigkeit auf 1 Stunde. Ruthen.	Stand der Wage.	Wirksamer Druck auf den Quadratzoll. Pfd.	Stand des Regulators.

Versuche mit dem Atlas. In dieser Maschine ist der Durchmesser der Cylinder 11,65 Zoll, die Länge des Kolbenlaufes 15,54 Zoll, der Durchmesser der Räder 4 Fufs 10,27 Zoll; von den 6 Rädern des Wagens sind 4 gekuppelt. Der Wagen wiegt 224,7 Ctr. Die Reibung in demselben beträgt 147 Pfd. Die Heitzfläche beträgt in der Esse 53,8 und in den Röhren 199,6 Quadratfufs.

1834. 14. Juli.	91	19	110	25	—	—	2345,5	L. M.	hor.	2444	7324	57—58	62,60	$\frac{3}{4}$
						1	108,4		F. 1094	1774	9039	57	61,58	$\frac{3}{4}$
							2453,9		F. 849	1577	10136	57—60	64,66	$\frac{3}{4}$
									St. 1300	3035	8012	57—59,5	64,14	$\frac{3}{4}$
									St. 4257	2621	7644	57—58	62,60	$\frac{3}{4}$

Anmerkung. Die Maschine wurde an der Rampe von 1 auf 96 durch 3 andere Dampfwagen mit 10,68zölligen Cylindern unterstützt. Das Wetter war heiter und ruhig, das Wasser im Munitionswagen kalt.

16. Juli.	85	5	90	20	—	—	1956,3	L. M.	hor.	2070	6410	50—51	55,42	$\frac{3}{4}$
						1	108,4		F. 1094	1478	9157	50—51	55,42	$\frac{3}{4}$
							2064,7		F. 849	1321	10712	50—52	56,45	$\frac{3}{4}$
									St. 1300	2543	9674	50—51,25	55,68	1
									St. 4257	2208	8388	50	54,39	$\frac{3}{4}$
17. Juli.	87	3	90	15	—	—	1289,1	L. M.	hor.	1399	8546	50	54,39	$\frac{1}{2}$
						1	108,4		F. 1094	986	10486	50—51	55,42	$\frac{1}{2}$
							1397,5		F. 849	867	11165	50	54,39	$\frac{1}{2}$
									St. 1300	1754	9191	50—52	56,45	$\frac{1}{2}$
									St. 4257	1498	8892	50	54,39	$\frac{1}{2}$

Datum des Versuches.	Daner der Fahrt. Der Fahrt selbst. Min.	Des Aufenthalts. Min.	Zusammen. Min.	Zahl der beladenen Wagen.	Zahl der leeren Wagen.	Munitionswagen.	Gewicht. Ctr.	Richtung der Fahrt.	Gefälle der Strafse. 1 auf	Reducirte Ladung. Ctr.	Geschwindigkeit auf 1 Stunde. Ruthen.	Stand der Wage.	Wirksamer Druck auf den Quadratzoll. Pfd.	Stand des Regulators.
1834. 17. Juli.	86	3	89	3	8	—	442,5	M. L.	F. 4257	512	11311	50—51	55,42	½
						1	98,6		F. 1300	434	13430	50—50,5	54,91	⅓
							541,1		St. 849	710	11934	50—52	56,45	½
									St. 89	2247	6410	50—53	57,47	1
23. Juli.	182	15	197	40	—	—	3745,0	L. M.	hor.	3863	3944	50—50,5	54,91	1
						1	108,4		F. 1094	2799	6033	50	54,39	1
							3853,4		F. 849	2503	6927	50	54,39	1
									St. 1300	4730	3418	50—51,75	56,45	1
									St. 4257	4119	2508	50—51,5	55,93	1
23. Juli.	—	—	—	8	—	—	668,2	M. L.	St. 89	3922	2564	50—52	56,45	1
						1	108,4							
							776,6							
31. Juli.	104	52	156	14	—	—	1202,3	L. M.	hor.	1321	8546	30	34,38	1
						1	98,6		F. 1094	1163	9324	30	34,38	1
							1300,9		F. 849	1045	9939	30—30,33	34,89	1
									St. 1300	1892	8439	25—27,75	31,81	1
									St. 4257	1656	6051	20—21,5	26,17	1
31. Juli.	114	—	114	8	4	—	692,8	M. L.	hor.	788	6999	20—23	27,97	1
						1	98,6		F. 4257	729	8345	20—20,5	25,66	1
							791,4		F. 1300	572	9828	20—20,75	25,91	1
									St. 849	1123	6871	20—20,75	25,91	1
									St. 89	3981	3205	45—47,5	52,34	1
									St. 1094	1045	6744	20—20,25	25,40	1
4. August.	118	—	118	25	—	—	2417,3	L. M.	hor.	2524	6410	50	54,39	1
						1	98,6		F. 1094	1813	7324	50	54,39	1
							2515,9		F. 849	1616	8768	50	54,39	1
									St. 1300	3114	6572	50—50,5	54,91	1
									St. 4257	2700	6512	50	54,39	1
4. August.	—	—	—	9	7	—	764,0	M. L.	St. 89	4317	1602	57—58,75	63,37	1
						1	108,4							
							872,4							

Versuche mit der Fury. In dieser Maschine ist der Durchmesser der Cylinder 10,68 Zoll, die Länge des Kolbenlaufs 15,54 Zoll, der Durchmesser der Räder 4 Fuſs 10,27 Zoll. Der Wagen wiegt 161,63 Centner. Die Reibung in demselben beträgt 105,50 Pfd. Die Heitzfläche beträgt in der Esse 31,00 und in den Röhren 289,90 Quadratfuſs.

24. Juli.	90	—	90	10	—	—	1008,4	L. M.	hor.	1104	7324	31—32	56,45	¾
						1	98,6		F. 1094	788	7691	31—32	56,45	1
							1107,0		St. 96	4809	2696	32—35	67,22	¾
									F. 849	690	9998	31—32	56,45	¾
									St. 1300	1380	9324	31—32,5	56,96	¾
									St. 4257	1183	9089	31—32	56,45	¾

Datum des Versuches.	Dauer der Fahrt. Der Fahrt selbst. Min.	Des Aufenthalts. Min.	Zusammen. Min.	Zahl der beladenen Wagen.	Zahl der leeren Wagen.	Munitionswagen.	Gewicht. Ctr.	Richtung der Fahrt.	Gefälle der Strafse. 1 auf	Reducirte Ladung. Ctr.	Geschwindigkeit auf 1 Stunde. Ruthen.	Stand der Wage.	Wirksamer Druck auf den Quadratzoll. Pfd.	Stand des Regulators.
1834. 24. Juli.	95	—	95	10	—	—	863,3	M. L.	hor.	966	7478	31—32	56,45	$\frac{3}{4}$
						1	98,6		F. 4257	887	9157	31—32	56,45	$\frac{3}{4}$
							961,9		F. 1300	710	9401	31—32	56,45	$\frac{3}{4}$
									St. 849	1340	7956	31—32	56,45	$\frac{3}{4}$
									St. 89	4494	6410	32—36	68,76	1
									St. 1094	1242	7888	31—32	56,45	$\frac{4}{4}$
4. August.	75	9	84	8	—	—	649,9	M. L.	hor.	749	10683	28—30	53,88	1
						1	98,6		F. 4257	690	10986	28—31	55,42	1
							748,5		F. 1300	552	11511	28—30,25	54,39	1
									St. 849	1045	10516	28—30	53,88	1
									St. 89	3607	5696	28—33	56,45	1
									St. 1094	986	10606	28—30	53,88	1
15. Aug.	—	—	—	28	—	—	2616,2	M. L.	hor.	2720	4662	31—32,5	56,96	1
						1	108,4		St. 1094	3469	5696	31—32,5	56,96	1
							2724,6							

Versuche mit der Firefly. In dieser Maschine ist der Durchmesser der Cylinder 10,68 Zoll, die Länge des Kolbenlaufs 17,48 Zoll, der Durchmesser der Räder 4 Fufs 10,27 Zoll. Der Wagen wiegt 172,27 Ctr. Die Reibung in demselben beträgt 115,18 Pfd. Die Heitzfläche beträgt in der Esse 41,41 und in den Röhren 341,98 Quadratfufs.

26. Juli.	95	5	100	8	—	—	717,5	L. M.	hor.	808	10255	17	51,31	1
						1	98,6		F. 849	493	10875	15	46,18	1
							816,1		St. 1300	1025	9097	15	46,18	1
									St. 4257	887	9114	11	35,92	1
26. Juli.	78	5	83	8	—	—	717,5	M. L.	hor.	808	10986	17—18	51,65	$\frac{1}{2}$
						1	98,6		F. 4257	749	10118	15	46,18	$\frac{1}{2}$
							816,1		F. 1300	611	10443	17—18	51,65	$\frac{1}{2}$
									St. 849	1143	10016	17—18,5	51,82	$\frac{1}{2}$
									St. 1094	1064	10606	17	51,31	$\frac{1}{2}$

Versuche mit der Vesta. In dieser Maschine ist der Durchmesser der Cylinder 10,80 Zoll, die Länge des Kolbenlaufs 15,54 Zoll, der Durchmesser der Räder 4 Fufs 10,27 Zoll. Der Wagen wiegt 171,68 Centner. Die Reibung in demselben beträgt 181,00 Pfd. Die Heitzfläche beträgt in der Esse 43,38 und in den Röhren 341,98 Quadratfufs.

1. August.	82	30	112	10	—	—	861,7	L. M.	hor.	966	10255	20—21,5	53,37	1
						1	98,6		F. 1094	670	12430	20—21	51,31	1
							960,3		F. 849	591	11537	20—21	51,31	1
									St. 1300	1202	10067	20—21,5	53,37	1
									St. 4257	1025	10986	20—21	51,31	1
1. August.	65$\frac{1}{2}$	—	65$\frac{1}{2}$	5	5	—	554,8	M. L.	hor.	650	12392	20—21	51,31	1
						1	98,6		F. 4257	591	12819	20—21	51,31	1
							653,4		F. 1300	473	14844	20—21	51,31	1
									St. 849	926	12362	20—21	51,31	1
									St. 89	3252	6029	20—22,5	56,45	1
									St. 1094	867	12306	20—21	51,31	1

Datum des Versuches.	Dauer der Fahrt. Der Fahrt selbst. Min.	Des Aufenthalts. Min.	Zusammen. Min.	Zahl der beladenen Wagen.	Zahl der leeren Wagen.	Munitionswagen.	Gewicht. Ctr.	Richtung der Fahrt.	Gefälle der Strafse. 1 auf	Reducirte Ladung. Ctr.	Geschwindigkeit auf 1 Stunde. Ruthen.	Stand der Wage.	Wirksamer Druck auf den Quadratzoll. Pfd.	Stand des Regulators.
1834. 16. Aug.	102	70	172	20	—	—	1741,4	M. L.	hor.	1853	6410	20—21,5	53,37	1
						1	108,4		F. 4257	1715	7888	20—22	54,65	1
							1849,8		F. 1300	1399	10255	20—22	54,65	1
									St. 849	2543	5170	20—22,5	56,45	1
									St. 1094	2385	8012	20—21,5	53,37	1
16. Aug.	—	—	—	8	—	—	629,7	M. L.	St. 89	3607	1389	20—23,5	59,53	1
						1	108,4							
							738,1							
16. Aug.	—	—	—	8	4	—	671,1	M. L.	St. 89	3725	1282	20—23	57,99	1
						1	98,6							
							769,7							

Versuche mit dem Leeds. In dieser Maschine ist der Durchmesser der Cylinder 10,68 Zoll, die Länge des Kolbenlaufs 15,54 Zoll, der Durchmesser der Räder 4 Fufs 10,27 Zoll. Der Wagen wiegt 139,35 Centner. Die Reibung in demselben beträgt 104,53 Pfd. Die Heitzfläche beträgt in der Esse 32,60 und in den Röhren 289,90 Quadratfufs.

15. Aug.	95	—	95	20	—	—	1642,7	L. M.	hor.	1735	7803	31—32,75	56,29	$\frac{3}{4}$
						1	98,6		F. 1094	1261	8854	31—32	55,42	$\frac{3}{4}$
							1741,3		F. 849	1123	10255	31—32	5542,	$\frac{3}{4}$
									St. 1300	2148	8691	31—32	55,42	$\frac{3}{4}$
									St. 4257	1872	8042	31—32	55,42	$\frac{3}{4}$
15. Aug.	77½	3	80^{1}	8	—	—	677,6	M. L.	F. 4257	729	10486	28—30	52,85	$\frac{3}{4}$
	Erste Hälfte des Weges					1	108,4		F. 1300	591	12819	25—27	47,72	$\frac{3}{4}$
							786,0		F. 849	1084	10815	25—27	47,72	$\frac{3}{4}$
				7	—	—	584,4		hor.	690	9614	25—27	47,72	$\frac{3}{4}$
	Zweite Hälfte des Weges					1	108,4		St. 89	3311	4273	28—29	49,78	1
							692,8		St. 1094	907	10986	28—32	55,42	$\frac{3}{4}$
15. Aug.	89	36	125	7	—	—	660,7	L. M.	hor.	749	9319	25—28	48,75	$\frac{3}{4}$
						1	98,6		F. 1094	532	12430	31—32	55,42	$\frac{3}{4}$
							759,3		F. 849	453	12375	25—28	48,75	$\frac{3}{4}$
									St. 1300	946	9157	15—16	29,76	$\frac{3}{4}$
									St. 4257	808	8012	25—27	47,72	$\frac{3}{4}$

Versuche mit dem Vulcan. In dieser Maschine ist der Durchmesser der Cylinder 10,68 Zoll, die Länge des Kolbenlaufs 15,54 Zoll, der Durchmesser der Räder 4 Fufs 10,27 Zoll. Der Wagen wiegt 164,38 Centner. Die Reibung in demselben beträgt 131,64 Pfd. Die Heitzfläche beträgt in der Esse 32,49 und in den Röhren 289,90 Quadratfufs.

22. Juli.	—	—	—	9	—	—	671,5	M. L.	St. 89	3706	4894	31—36	59,01	1
						1	98,6							
							770,1							
22. Juli.	—	—	—	9	—	—	715,9	L. M.	St. 96	3666	8012	31—36	59,01	1
						1	98,6							
							814,5							

Diese Versuche werden nun besser als alles Raisonnement zeigen, was man von Dampfwagen in ihrem gewöhnlichen täglichen Dienst erwarten darf. Deshalb haben wir die obige Zusammenstellung derselben mitgetheilt.

Man wird eine Übereinstimmung der berechneten Geschwindigkeiten mit den beobachteten bemerken.

§. 68.

Geschwindigkeit für den gröfsten Nutz-Effect.

Wir haben oben §. 60. (2.) gesehen, dafs die Ladung, welche eine Maschine mit einer bestimmten Geschwindigkeit V fortzuziehen vermag, durch

$$M = \frac{mSPD - 144\,d^2 l V}{144(\delta + n) V D} - \frac{F}{\delta + n}$$

ausgedrückt wird. Wenn man diesen Ausdruck mit V multiplicirt, so ergiebt sich

$$MV = \frac{mSPD - 144\,d^2 l \varrho V}{144(\delta + n) D} - \frac{FV}{\delta + n}.$$

Das Product MV, nemlich die Ladung multiplicirt mit der Geschwindigkeit, mit welcher sie fortgezogen wird, drückt den Nutz-Effect der Maschine für die Zeit-Einheit aus. Wir sehen aus der Formel, dafs dieser Nutz-Effect um so gröfser ist, je langsamer sich die Ladung bewegt; denn die Geschwindigkeit V kommt blofs in den negativen Gliedern vor. Da nun aber andererseits die Maschine ohne bedeutenden Verlust nicht langsamer fahren darf, als mit derjenigen Geschwindigkeit, welche der Erzeugung des Dampfes im Kessel entspricht, so folgt, dafs der gröfste Nutz-Effect bei eben dieser Geschwindigkeit erreicht wird.

Sehen wir in der obigen Tafel nach, so finden wir durch die Erfahrung bestätigt, was die Rechnung giebt, nemlich dafs der gröfste Nutz-Effect der kleinsten Geschwindigkeit entspricht.

Man nehme z. B. einen Dampfwagen mit 10,68zölligen Cylindern, der 10 Stunden täglich im Dienste sein soll. Mit seiner gröfsten Geschwindigkeit, von 12819 Ruthen auf die Stunde, und einer wirksamen Dampfspannung im Kessel von 51,3 Pfd. auf den Quadratzoll, wird dieser Wagen im Stande sein, 985 Ctr. fortzuziehen: mit der geringsten Geschwindigkeit dagegen, unter gleicher Dampfspannung im Kessel, 3154 Ctr.

Im ersten Fall also wird der Wagen 985 Ctr. in 10 Stunden 128190 Ruthen weit oder $\frac{985.128190}{2000} = 63134$ Ctr. 1 Meile weit, im andern Falle, mit 6623 Ruthen Geschwindigkeit auf die Stunde, 3154 Ctr., also in 10 Stunden $\frac{3154.66230}{2000} = 104445$ Ctr. 1 Meile weit, also nahe an die Hälfte mehr fortzuschaffen im Stande sein.

Es ist daher wesentlich vortheilhaft, die Dampfwagen so einzurichten, daſs sie die möglich-gröſsten Ladungen mit der kleinsten Geschwindigkeit fortschaffen. Der obige Unterschied der beiden Wirkungen würde noch etwas gröſser ausfallen, wenn man von der Ladung das Gewicht des Munitionswagens abzöge, welches, rücksichtlich des Nutz-Effects, zu dem Dampfwagen, nicht zu der Ladung gehört.

Es versteht sich übrigens, daſs, wenn eine möglichst groſse Geschwindigkeit zur Bedingung gemacht wird, wie z. B. da, wo es insbesondere auf die Fortschaffung von Personen ankommt: daſs dann die Regel nicht weiter berücksichtigt werden kann. Wir sprechen hier bloſs theoretisch.

Der Unterschied, welchen wir in den beiden obigen Fällen beim Nutz-Effecte fanden, rührt daher, daſs der der Maschine entsprechende Widerstand fast der nemliche bleibt, sie mag sich 128190 oder 66230 Ruthen weit fortbewegen. Eben so verhält es sich mit dem Gegendrucke der Luft auf die Kolben, welcher einen Theil des Widerstandes ausmacht. Wenn die Maschine z. B. in dem einen Falle doppelt so weit sich fortbewegt als in dem andern, so müssen natürlich die Kolben im ersten Falle doppelt so oft hin und her sich bewegen als in dem andern; und da nun bei jedem Kolbenlaufe der Gegendruck der Luft auf die Kolben überwunden werden muſs, so verhält sich der zur Überwindung dieses Drucks nöthige Kraft-Aufwand in den beiden Fällen wie 128190 zu 66230, das heiſst, er steht, eben wie die zur Bewegung der Maschine nöthige Kraft, in dem Verhältnisse der Geschwindigkeit der Bewegung. Dieses ist ein neuer Beweis, daſs man bei der Berechnung der Wirkung der Maschinen nicht, wie es gewöhnlich geschieht, in allen Fällen den Druck der Luft auſser Acht lassen darf. Solches darf bloſs dann ohne Irrthum geschehen, wenn es nicht auf die Geschwindigkeit der Bewegung ankommt.

Wenn man hie und da auf Berechnungen der Kraft von Dampfwagen oder anderen Dampfmaschinen stöſst, welche von verlorner Kraft sprechen, und wo es dann scheint, daſs diese Maschinen in der Wirklich-

keit nur ein Drittheil oder Viertheil Desjenigen leisten, was man theoretische Kraft nennt, welche Meinung jetzt schon so allgemein geworden ist, dafs man zu sagen pflegt, die practische Pferdekraft sei nur der dritte Theil der theoretischen: so kommt dieses blofs daher, dafs die theoretische Kraft falsch berechnet wurde. Es sind dann nicht alle oben erwähnten Umstände gehörig in Betracht gezogen worden. Man hat dann den Gegendruck der Luft auf die Kolben aufser Acht gelassen; ferner den Widerstand der Maschine selbst, und dessen zu der Ladung im Verhältnifse stehende Zunahme; vorzüglich aber hat man den Druck auf die Kolben der Spannung des Dampfes im Kessel gleich gesetzt, was, wie wir gesehen haben, bei weitem anders sein kann. So, bei so vielen Ursachen von Fehlern, ist es dann nicht zu verwundern, dafs man auf Resultate kam, welchen die Erfahrung widersprach, und dafs nicht auch Jemand gute Maschinen sollte haben bauen können, der ihre Wirkungen nicht genau zu berechnen verstand. Bringt man dagegen, wie gehörig, alle Widerstände in Rechnung, so wie die Geschwindigkeit der Puncte, auf welche sie wirken; setzt man den Druck im Cylinder so grofs wie er wirklich ist, anstatt an seine Stelle eine andere Kraft: so wird man finden, dafs auch bei den Dampfmaschinen alle Kraft ihre Wirkung leistet und dafs nicht das geringste davon verloren geht.

(Die Fortsetzung folgt im nächsten Bande.)

15.
Inhalts-Verzeichnifs I.

der ersten zehn Bände des Journals für die Baukunst, herausgegeben zu Berlin in den Jahren 1829 bis 1836 von A. L. Crelle.

Nach den Gegenständen geordnet.

Übersicht der Gegenstände.

I. Land-Bau.

A. *Entwurf und Anordnung von Gebäuden.*
B. *Bau-Materialien.*
C. *Construction.*
- a. *Fundamente und Wände.*
- b. *Feuerungen.*
- c. *Fufsboden und Decken.*
- d. *Thüren, Fenster, Treppen und innerer Ausbau.*
- e. *Gebälke und Dächer.*
- f. *Verschiedenes.*

D. *Verschiedenes und Allgemeines.*

II. Wasser-Bau.

A. *Strom-Bau.*
B. *Canal- und Schleusen-Bau.*
C. *Hafen- und Meerufer-Bau.*
D. *Brunnen und Wasserleitungen.*
E. *Schiffbau.*
F. *Verschiedenes und Allgemeines.*

III. Brücken- und Strafsen-Bau.

A. *Brücken.*
B. *Chausséen und Landwege.*
C. *Eisenbahnen.*

IV. Maschinen-Bau.

A. *Einzelne Maschinen.*
B. *Maschinen im Allgemeinen, und Verschiedenes.*

V. Aesthetisches.

VI. Nachrichten von Büchern.

Anmerk. Wenn eine Abhandlung in mehrere dieser Rubriken zugleich einschlägt, so findet man ihre Ueberschrift in jeder solchen Rubrik, unter der nemlichen Zahl.

Diejenigen Abhandlungen bei deren Zahl kein Sternchen (*) steht, sind Original-Aufsätze. Die bei welchen ein Sternchen (*) steht, sind meistens aus französischen und englischen Aufsätzen, entweder im Auszuge, oder wörtlich, ins Deutsche übertragen, und so, mit oder ohne Anmerkungen und Zusätzen, dem Journale überliefert worden.

I. Land-Bau.

A. *Entwurf und Anordnung von Gebäuden.*

B. *Bau-Materialien.*

C. *Construction.*

a. *Fundamente und Wände.*

b. *Feuerungen.*

f. *Verschiedenes.*

D. *Verschiedenes und Allgemeines.*

II. Wasser-Bau.

A. *Strom-Bau.*

B. *Canal- und Schleusen-Bau.*

103.	Grundzüge der Vorlesungen in der Königl. Bau-Akademie zu Berlin über Straſsen- Brücken- Schleusen- Canal- Strom- Deich- und Hafen-Bau. Vom Herrn Dr. *Dietlein*.	3. 3. 3. 4. 4. 5. 5. 5. 5.	I. III. IV. I. III. I. II. III. IV.	33. 327. 420. 90. 302. 36. 155. 245. 315.

C. *Hafen- und Meerufer-Bau.*

D. *Brunnen und Wasserleitungen.*

E. *Schiffbau.*

F. *Verschiedenes und Allgemeines.*

III. Brücken- und Strafsen-Bau.

A. *Brücken.*

B. *Chausséen und Landwege.*

B. *Maschinen im Allgemeinen und Verschiedenes.*

V. Aesthetisches.

16.

Inhalts-Verzeichnifs II.

der ersten zehn Bände des Journals für die Baukunst, herausgegeben zu Berlin in den Jahren 1829 bis 1836 von A. L. Crelle.

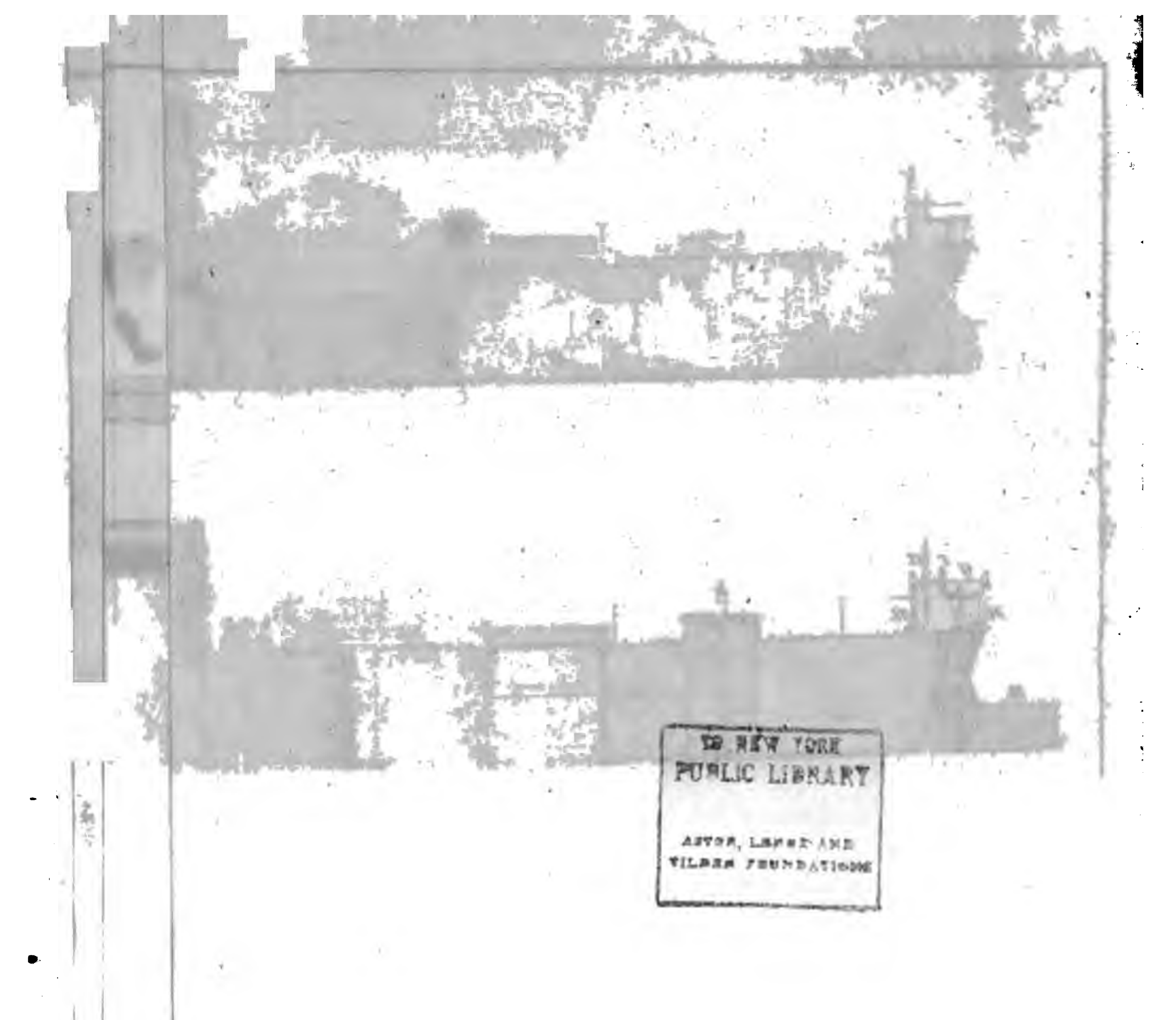
Nach alphabetischer Ordnung der Namen der Verfasser.

Anmerkungen. Wenn man die Zahlen dieses Verzeichnisses II. in dem Verzeichnifs I. aufsucht, so findet man den Titel der Abhandlungen, und die Anzeige, wo in den zehn Bänden des Journals sie stehen.

Bei denjenigen Abhandlungen, welche meistens aus dem Französischen und Englischen übertragen, und so dem Journale, mit oder ohne Anmerkungen und Zusätze, überliefert worden sind, steht wieder ein Sternchen (*). Bei dem Namen Derer, welche auf solche Weise die mit (*) bezeichneten Abhandlungen geliefert haben, findet sich die Zahl der Abhandlung, mit zwei Sternchen (**) bezeichnet, angegeben.

Vor die Namen derjenigen Verfasser, von welchen dem Herausgeber bekannt ist, dafs sie sich jetzt nicht mehr am Leben befinden, ist ein † gesetzt.

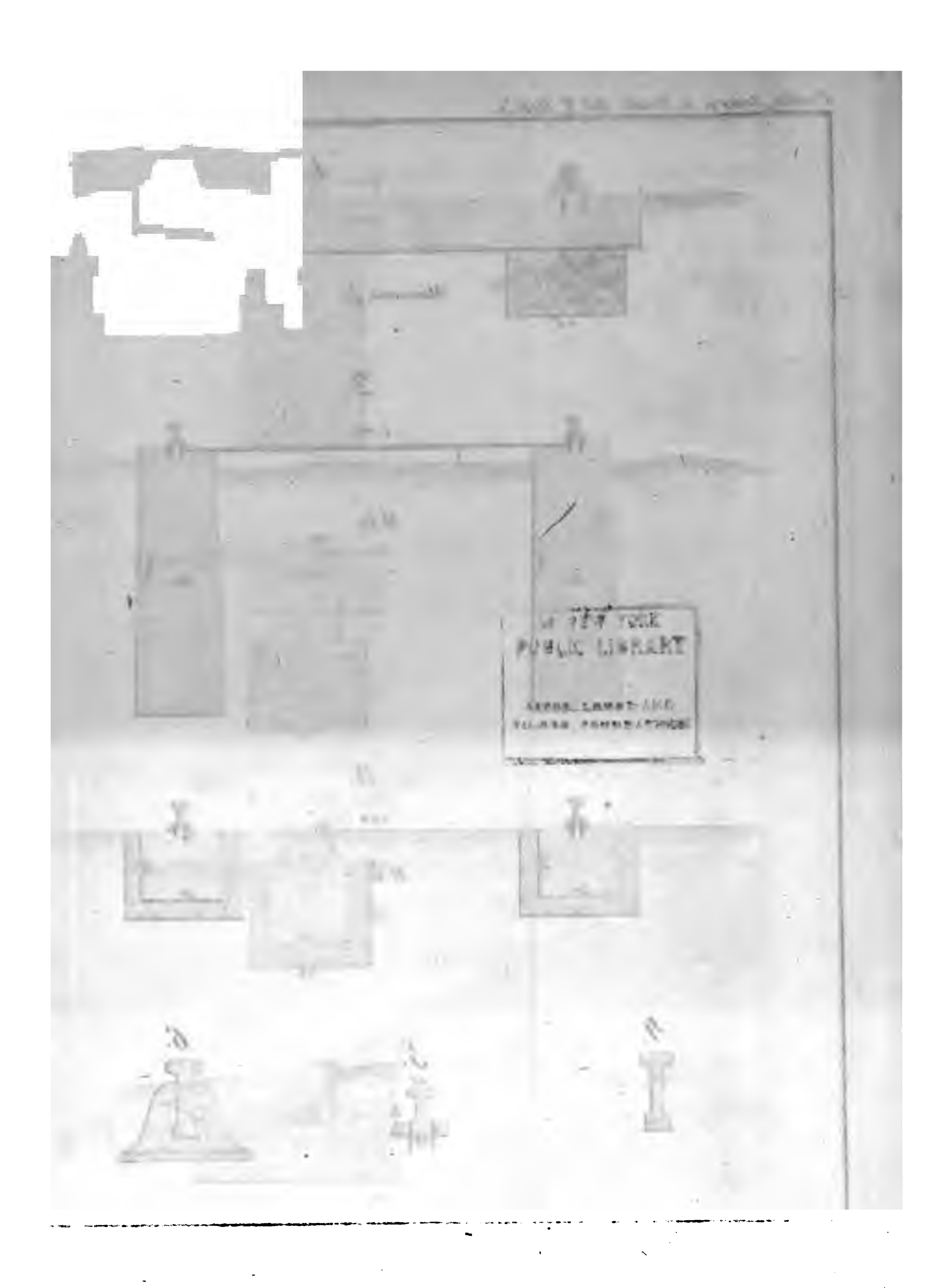


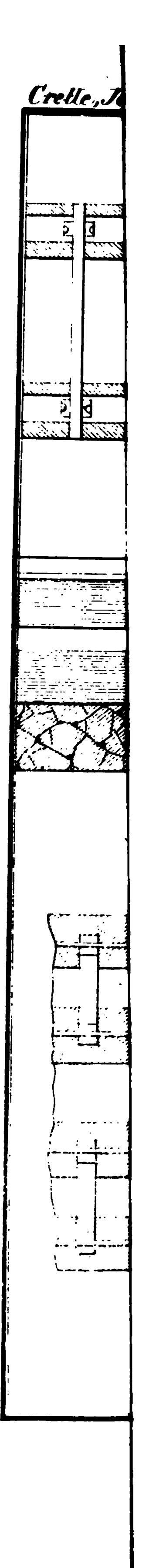


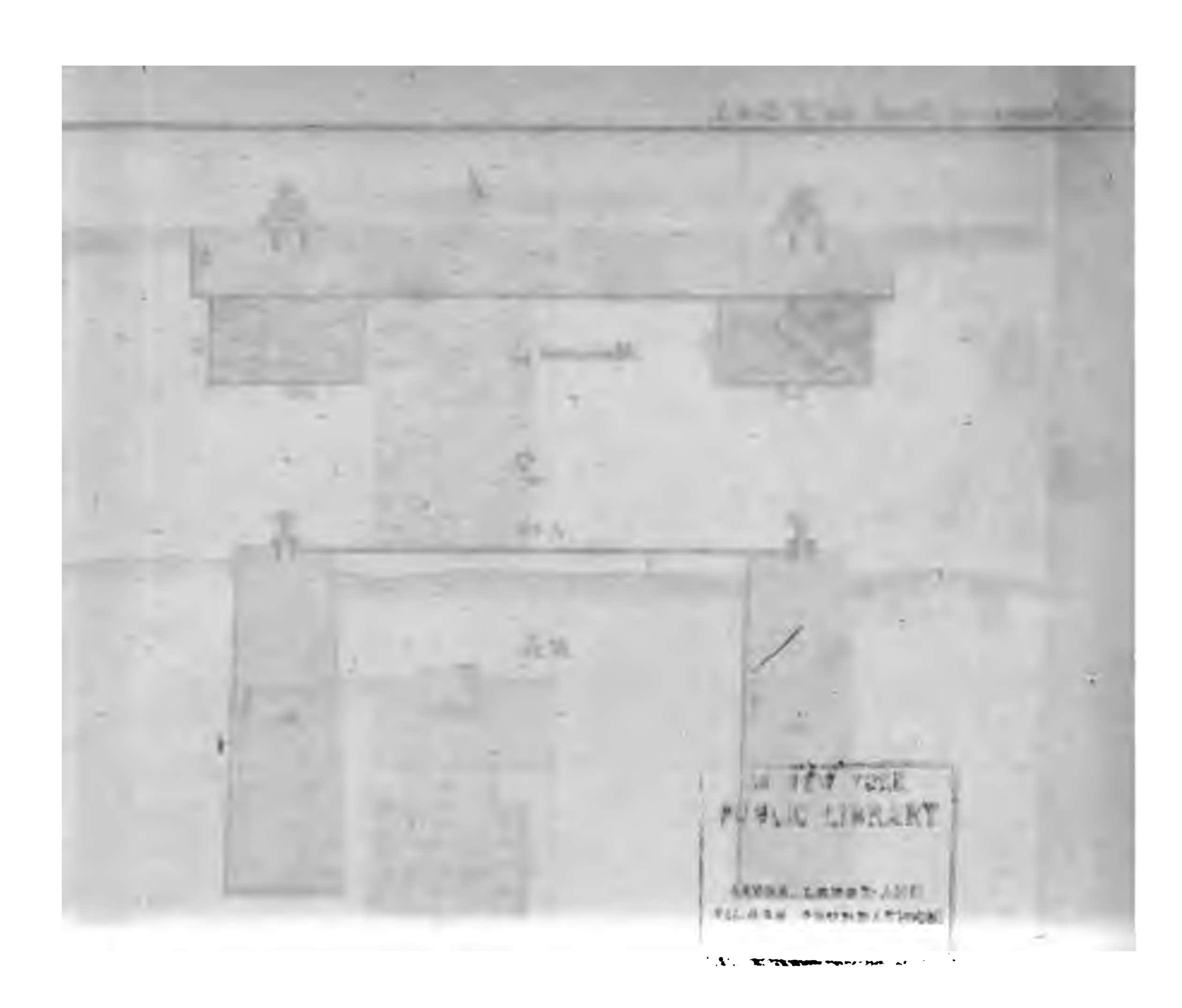
Crelle, J.

Crette, J.

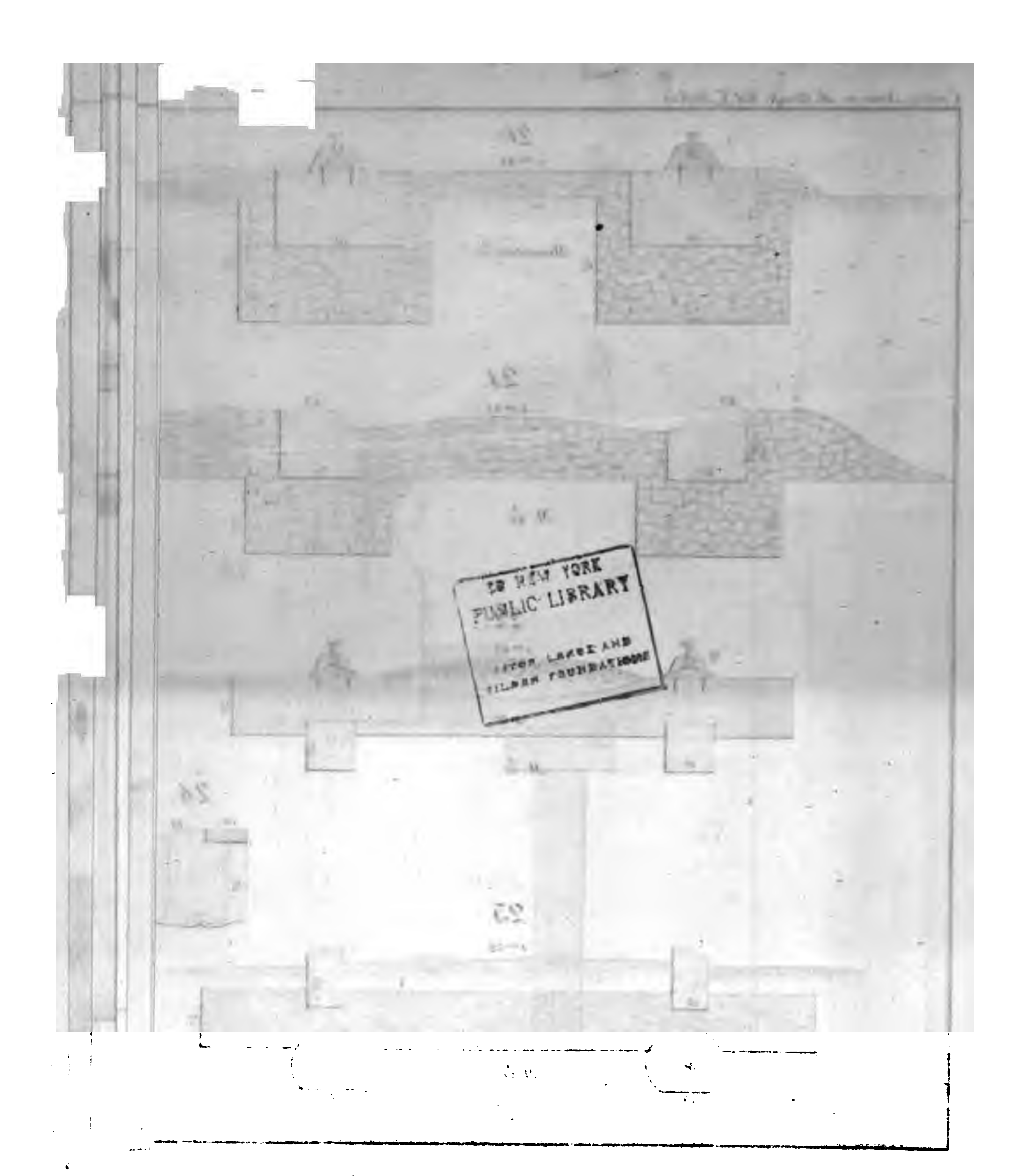
Crelle, J

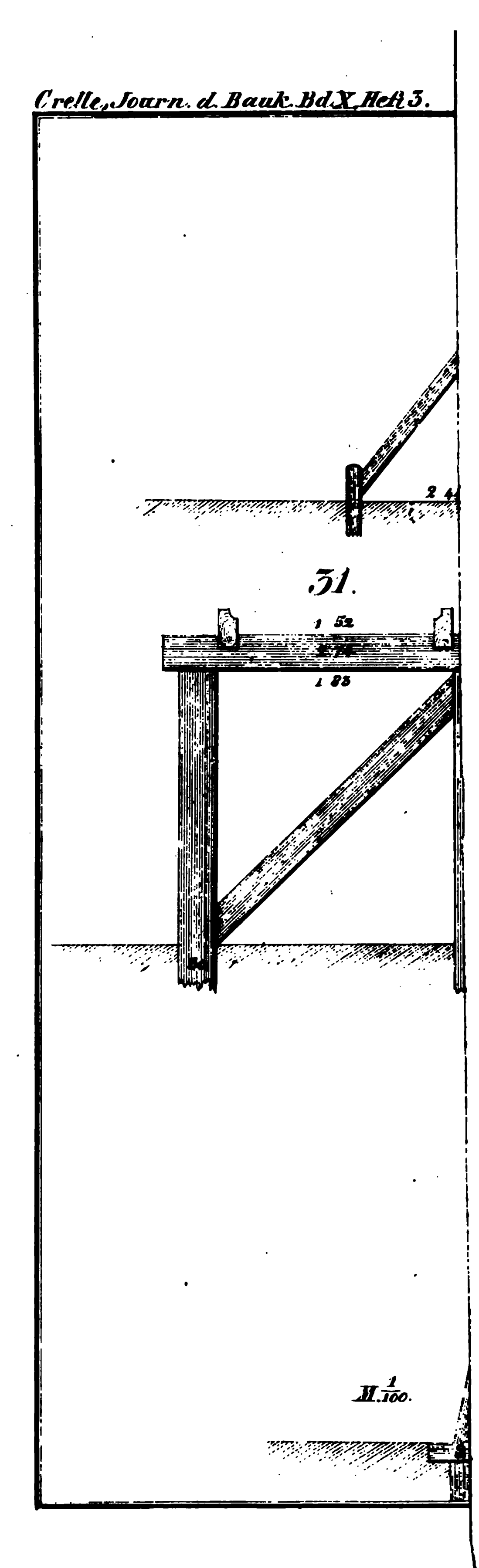


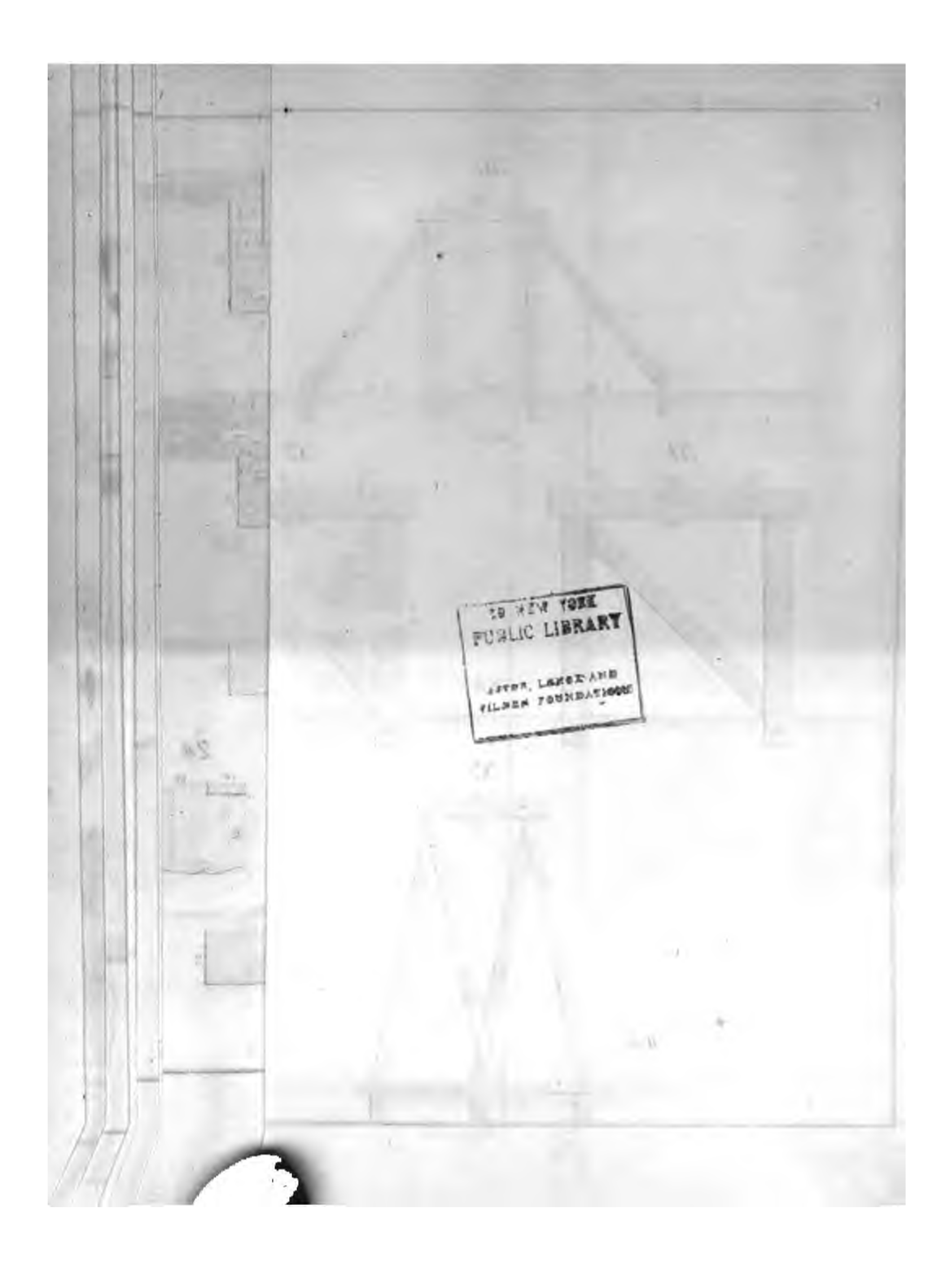

Crelle, J.

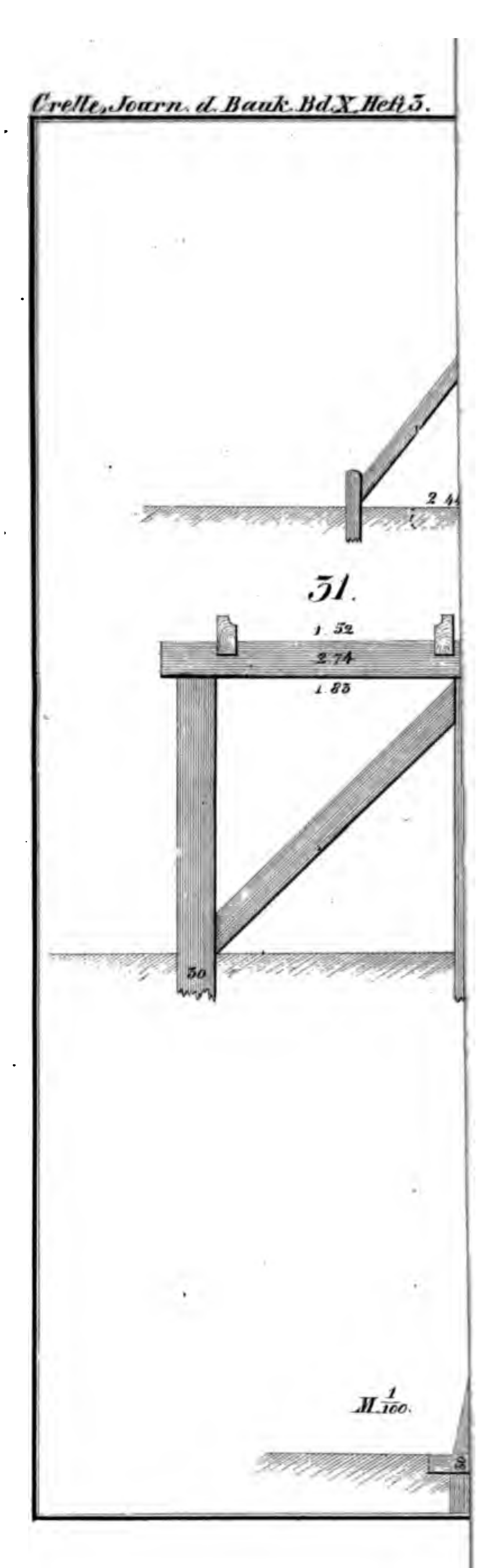


Cr


24
24
24
25

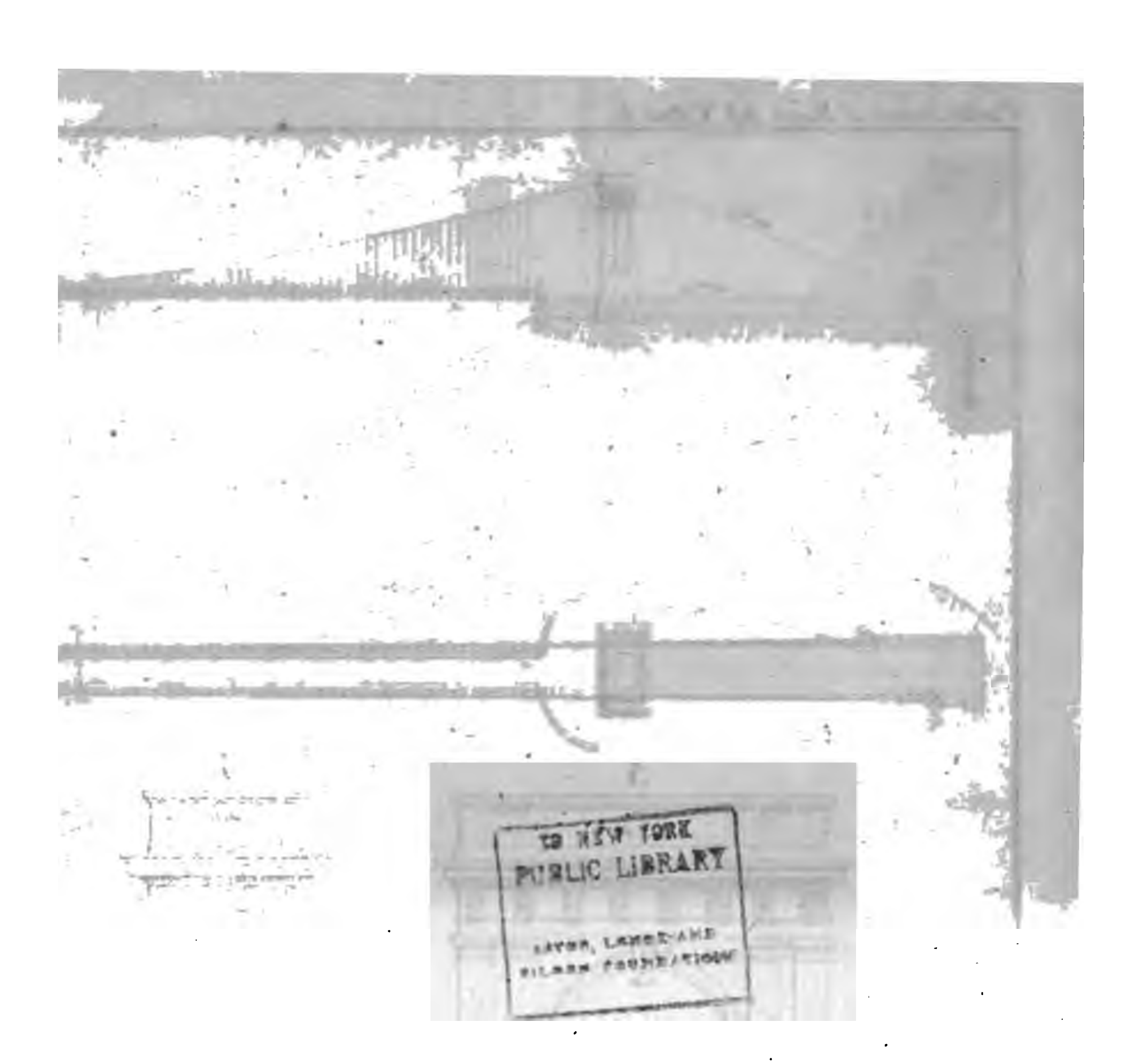

2 4
31.
1 52
1 83
M. 1/100.

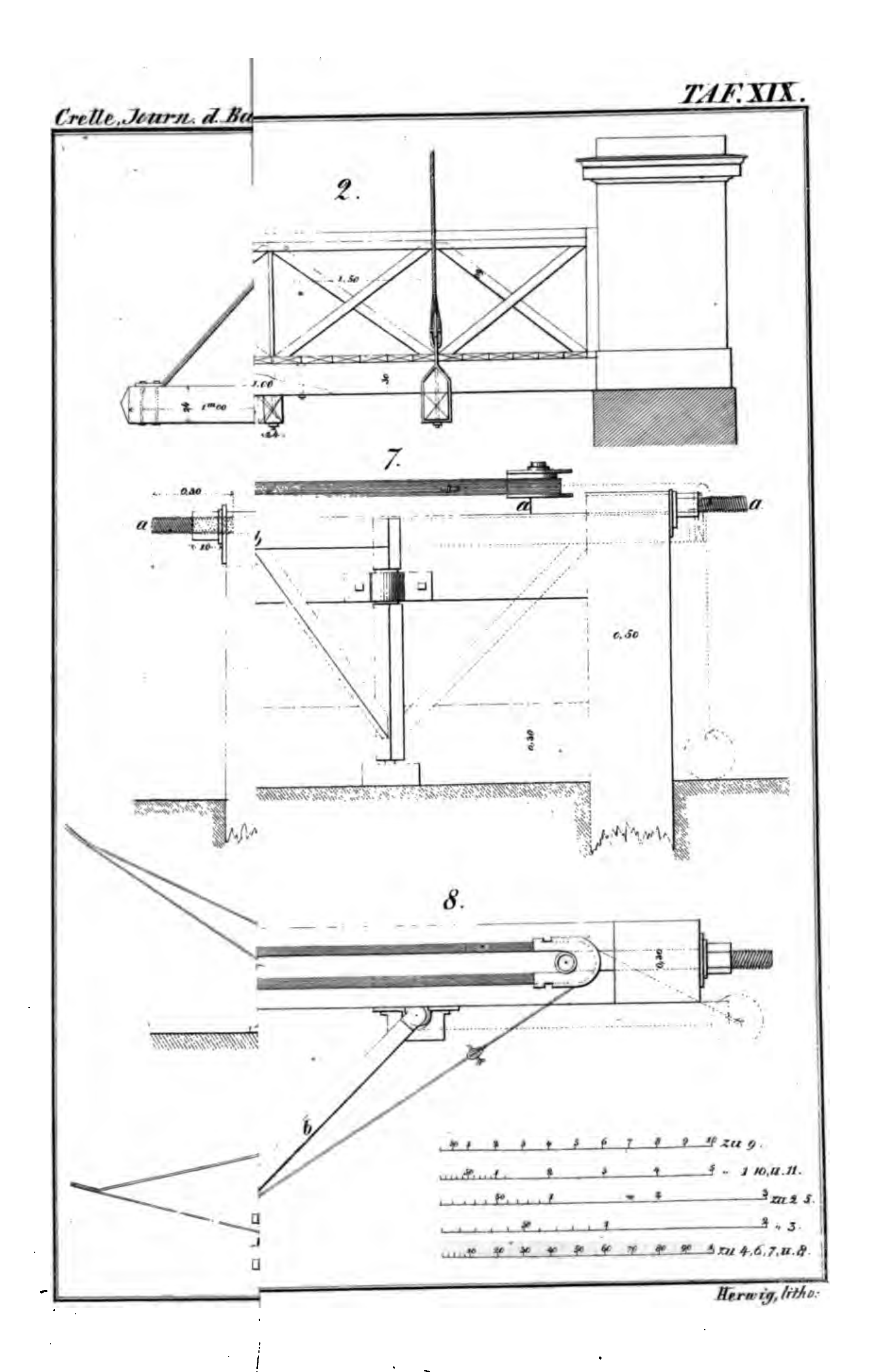



Crelle, Journ. d. Bauk. Bd X. Heft 3.
31.
1. 52
2.74
1.83
30
M. 1/160.



Crelle „J


NEW YORK
PUBLIC LIBRARY


2.
1.50
1.00
1m00
7.
0.30
a
a
a
b
0.50
0.30
8.
0.30
b
zu 9.
„ 1 10, u. 11.
zu 2 5.
„ 3.
zu 4, 6, 7, u. 8.





